UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Secuencia Experimental para fortalecer la competencia indagación en la enseñanza del concepto transporte a través de membrana.

Manuel Fernando López Velásquez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de ciencias

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2025

Secuencia Experimental para fortalecer la competencia indagación en la enseñanza del concepto transporte a través de membrana.

Manuel Fernando López Velásquez

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director (a):
MSc, Dr. Sci Edgar Antonio Reyes Montaño

Línea de Investigación:
Investigación acción

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de ciencias
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Bogotá, Colombia
2025

Dedicatoria

"La educación no es llenar un recipiente, sino encender una llama que ilumine para siempre el camino del conocimiento."

A Dios, por darme la fuerza, la perseverancia y la claridad para culminar este proceso investigativo.
A mis padres, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la disciplina y la humildad.
A mi familia, por su paciencia, amor incondicional y compañía en los momentos de cansancio y de alegría.
A mis docentes y compañeros, quienes con sus palabras, críticas y enseñanzas me impulsaron a crecer como investigador y como ser humano.
A los estudiantes, verdadera razón de este trabajo, cuyo entusiasmo y curiosidad dan sentido a todo esfuerzo pedagógico.

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a Dios, por brindarme la fortaleza, la salud y la perseverancia necesarias para llevar a cabo este proceso investigativo. Sin su guía espiritual, este logro no habría sido posible.

Extiendo mi gratitud a la Institución Educativa Departamental Rural Carrasquilla, a sus directivos, docentes y estudiantes, por abrirme las puertas y permitir que esta propuesta pedagógica se desarrollara en un ambiente de confianza y compromiso. Su apoyo fue indispensable para que la investigación se concretara en experiencias significativas de aprendizaje.

A mis maestros y asesores de investigación, quienes con sus orientaciones, paciencia y aportes académicos me guiaron en la construcción de este trabajo. Su exigencia y retroalimentación constante enriquecieron la calidad del estudio y contribuyeron a mi crecimiento como profesional de la educación.

De manera especial, agradezco a mi familia, que con amor y paciencia estuvo siempre presente en cada etapa del proceso. Sus palabras de aliento, comprensión y compañía fueron una motivación permanente para no rendirme y culminar con éxito esta meta.

Finalmente, mi agradecimiento a los compañeros y amigos que, con sus comentarios, conversaciones y experiencias compartidas, hicieron de este recorrido investigativo un camino más humano, colaborativo y enriquecedor.

.

Resumen

Secuencia Experimental para fortalecer la competencia indagación en la enseñanza del concepto transporte a través de membrana.

Esta investigación evaluó el impacto de una secuencia experimental centrada en el transporte a través de membrana para fortalecer la competencia de indagación en estudiantes de grado sexto de la IED Rural Carrasquilla (Tenjo, Cundinamarca). El punto de partida fue un diagnóstico que evidenció desempeños bajos y heterogéneos en especial al diseñar procedimientos y argumentar con datos, lo que justificó una intervención situada y práctica. Con enfoque mixto y diseño de investigación–acción, se trabajó con dos cursos intactos: 601 (experimental), que realizó siete sesiones con prácticas de bajo costo (difusión en remolacha, ósmosis en papa, transporte de agua en apio) y apoyo TIC (Kahoot/Quizizz), y 602 (comparación), que presentó las mismas pruebas sin cursar la secuencia. Se aplicó el mismo instrumento como pretest y postest para asegurar comparabilidad y estimar con precisión el cambio atribuible a la intervención. La secuencia articuló problematización, experimentación guiada, registro y análisis de datos, y comunicación de resultados (informes y exposiciones), con rúbricas y listas de cotejo. La recolección de información combinó pruebas escritas, observación participante, encuestas y entrevistas semiestructuradas. En lo cuantitativo, se observaron mejoras significativas: el grupo 601 pasó del 43% al 71% y el 602 del 26% al 64%. En lo cualitativo, más del 80% reportó mayor motivación, participación y claridad conceptual al vincular experimento y explicación; además, se transformó el rol docente hacia la mediación y la retroalimentación oportuna. Estas evidencias convergentes muestran avances en formular hipótesis, registrar datos, construir gráficas y explicar fenómenos con sustento empírico. Finalmente, la secuencia experimental resultó eficaz y viable en contexto rural: conecta fenómenos observables con modelos explicativos, fortalece la indagación y eleva la motivación estudiantil. Se recomienda institucionalizar la propuesta (repositorio de guías y bancos de ítems, kits de microlaboratorio, comunidades de práctica), mantener el mismo instrumento pre–post para seguimiento y extender la secuencia a otros contenidos del currículo. El estudio aporta una ruta replicable y escalable para mejorar la enseñanza de las ciencias y consolidar una cultura de aula basada en la pregunta, la evidencia y la explicación.

Palabras clave: indagación científica; transporte a través de membrana; secuencia experimental; educación rural; TIC.

Abstract

Experimental Sequence to strengthen inquiry competence in teaching the concept of membrane transport.

This study assessed the impact of an experimental teaching sequence on membrane transport to strengthen inquiry competence in sixth-grade students at IED Rural Carrasquilla (Tenjo, Cundinamarca). Using a mixed-methods, action-research design, two intact classes were involved: 601 (experimental) completed seven low-cost laboratory sessions (e.g., diffusion in beetroot, osmosis in potato, water transport in celery) with ed-tech support (Kahoot/Quizizz), while 602 (comparison) took the same tests without the sequence. The same instrument was administered as pretest and posttest to ensure comparability and accurately estimate change. The sequence integrated problematization, guided experimentation, data recording and analysis, and scientific communication (reports and presentations), supported by rubrics and checklists. Data collection combined written tests, participant observation, surveys, and semi-structured interviews. Quantitatively, gains were substantial: Class 601 improved from 43% to 71%, and Class 602 from 26% to 64%. Qualitatively, over 80% of students reported higher motivation, participation, and conceptual clarity when linking experiment and explanation; the teacher's role shifted toward mediation and timely feedback. Together, these findings indicate progress in hypothesis formulation, data recording, graphing, and evidence-based explanations. In sum, the sequence proved effective and feasible in a rural setting: it bridges observable phenomena and explanatory models, strengthens inquiry, and boosts motivation. Institutional adoption is recommended (a repository of guides and item banks, micro-lab kits, teacher communities of practice), along with continued pre–post tracking with the same instrument and scaling to other science topics. The project offers a replicable, scalable pathway to improve science education and to foster a classroom culture grounded in questions, evidence, and explanation.

Keywords: scientific inquiry; membrane transport; experimental sequence; rural education; ICT.

Contenido

Pág.

1. Introducción 17

2. Capítulo I: Planteamiento de la propuesta 19
2.1 Planteamiento del problema 19
2.1.1 Pregunta problema 25
2.2 Objetivos 25
2.2.1 Objetivo general 25
2.2.2 Objetivos específicos 26
2.3 Justificación 26

3. Capítulo II: Marco Referencia y Teórico de la Investigación 31
3.1 Marco de antecedentes 31
3.1.1 A nivel internacional 32
3.1.2 A nivel nacional 34
3.2 Marco teórico 36
3.2.1 Fundamentos de la enseñanza de las ciencias y la naturaleza de la indagación 36
3.2.2 Modelos didácticos y estrategias experimentales para el aprendizaje en ciencias naturales 39
3.2.3 La competencia científica y el transporte celular como eje de la formación en educación básica 41
3.3 Marco conceptual 44
3.3.1 Ciencia 44
3.3.2 Indagación científica 45
3.3.3 Secuencia didáctica 45
3.3.4 Transporte a través de membrana 46
3.3.5 Aprendizaje significativo 46
3.3.6 Competencia científica 47
3.3.7 Laboratorio escolar 47
3.4 Marco Legal 48
3.5 Marco contextual 50
3.5.1 Población y muestra 54

4. Capítulo III: Marco Metodológico 57
4.1 Paradigma 57
4.2 Enfoque y alcance 57
4.3 Diseño de investigación 58
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información 58
4.5 Análisis de la información 61
4.6 Variables de la investigación 61
4.7 Fases de la investigación 62

5. Capítulo IV: Resultados y discusiones 65
5.1 Resultados 65
5.1.1 Diagnóstico inicial de la competencia de indagación en los estudiantes de grado sexto 65

5.1.2 Diseño y estructuración de la secuencia experimental sobre transporte a través de membrana 69
5.1.3 Implementación de la secuencia experimental con integración de TIC en el aula 77
5.2 Discusión 98
5.2.1 La secuencia experimental como estrategia pedagógica para promover la indagación científica....98
5.2.2 El papel de las TIC en el aprendizaje activo y la motivación estudiantil 101
5.2.3 Aportes y proyecciones de la propuesta en la enseñanza de las Ciencias Naturales en contextos rurales....103

6. Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones 107
6.1 Conclusiones.....107
6.2 Recomendaciones.....109

7. Anexos 112

10. Bibliografía 145

Lista de figuras

Pág.

Figura 1. Comparación internacional en Ciencias – PISA 2022 20
Figura 2. Resultados regionales Saber 11 – Ciencias Naturales 21
Figura 3. Niveles de desempeño en indagación – Institución Educativa Carrasquilla 23
Figura 4. Ubicación de Colombia 50
Figura 5. Ubicación del departamento de Cundinamarca 51
Figura 6. Ubicación del municipio de Tenjo 52
Figura 7. Ubicación de la Institución Educativa Departamental Rural Carrasquilla 53
Figura 8. Evidencias fotográficas 65
Figura 9. Acercamiento a la fisiología celular (la membrana en el inicio de la vida) 77
Figura 10. LUCA en biología es el acrónimo de Last Universal Common Ancestor 78
Figura 11. Teorías sobre la evolución de las células 78
Figura 12. Práctica microscopio 79
Figura 13. quizziz sobre las teorías del origen del universo 79
Figura 14. Preguntas 80
Figura 15. La vida en nuestro planeta 81
Figura 16. Capítulo 2 81
Figura 17. Membrana Celular 82
Figura 18. Explicación- retroalimentación 82
Figura 19. Circulo Celular 82
Figura 20. Quizziz sobre circulación celular 83
Figura 21. Quizziz 2 Circulación celular 84
Figura 22. Resultados de la intervención. 84
Figura 23. Actividades a desarrollar por el estudiante de grado sexto 86
Figura 24. Rubrica de evaluación Dinosaurio hidráulico 87
Figura 25. ri fold grado 601 Evidencia Ficha del experto en dinosaurios 87
Figura 26. Evidencias de material de apoyo- maquetas 601 88
Figura 27. Implementación de secuencia experimental- Fosiles 88
Figura 28. Construcción del dinosaurio hidráulico 601 89
Figura 29. Dinosaurio hidráulico 601 89
Figura 30. Stand para la presentación oral 601 89
Figura 31. Evidencias prácticas 90
Figura 32. Evidencias prácticas en el laboratorio 91
Figura 33. Laboratorio en el aula 92
Figura 34. Tejidos en el aula (evidencias) 92
Figura 35. Cristales de captus 93
Figura 36. Evidencias tecnológicas 94
Figura 37. Evidencias teóricas y prácticas (evidencias) 95
Figura 38. Evidencias teóricas, prácticas y demás 96

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. PISA 2022 – Ciencias (selección de países) 20
Tabla 2. Saber 11 Ciencias Naturales por región (2023, calendario B)..... 21
Tabla 3. Distribución de niveles de desempeño en indagación – Grado sexto (diagnóstico institucional) 22
Tabla 4. Relación entre causas y consecuencias de la problemática 24
Tabla 5. Impacto del proyecto de investigación 29
Tabla 6. Relación entre objetivos y técnicas/instrumentos de recolección de información 60
Tabla 7. Estadísticas descriptivas del desempeño del Grupo (601)1..... 66
Tabla 8. Resumen por habilidades – Grupo (601)1 67
Tabla 9. Estadísticas descriptivas del desempeño del Grupo 2 (602)..... 68
Tabla 10. Resumen por habilidades – Grupo 2 (602) 68
Tabla 11. Secuencia experimental sobre transporte a través de membrana..... 71

Lista de Anexos

Pág.

Anexo 1. Pretest y Postest 112
Anexo 2. Entrevista semiestructurada 135
Anexo 3. Encuesta 137
Anexo 4. Análisis bibliográfico 140
Anexo 5. Actividad Dinosaurio Hidráulico 141
Anexo 6. Consentimiento informado a los padres de familia (inicio de año) 144

Introducción

La enseñanza de las Ciencias Naturales es un eje esencial de la formación escolar porque ayuda a comprender los fenómenos de la vida, desarrollar competencias investigativas y construir una mirada crítica del mundo. En este marco, el transporte a través de membrana adquiere relevancia al explicar procesos básicos de la biología celular como la difusión y la ósmosis, fundamentales para la vida de los organismos. Sin embargo, su carácter abstracto y una enseñanza centrada en la memorización dificultan la comprensión y limitan el desarrollo de competencias científicas (Gil Pérez, 1994; Ruiz, Montenegro, Meneses y Venegas, 2016).

El problema no es exclusivo de Colombia. A nivel internacional, se ha documentado que la educación científica tradicional reduce el interés estudiantil y debilita el pensamiento crítico; en cambio, la indagación científica aplicada de forma sistemática mejora la motivación, el rendimiento y la solidez de los aprendizajes (Teplá y Distler, 2025; Morris, 2025). En el contexto latinoamericano, además, persisten brechas entre currículo y práctica, y condiciones materiales desiguales que afectan lo que ocurre en el aula (Cofré et al., 2015). Por ello, resulta urgente replantear metodologías e incorporar estrategias activas y experimentales que acerquen al estudiante a los fenómenos de manera práctica y reflexiva.

En Colombia, las instituciones rurales enfrentan limitaciones de infraestructura, laboratorios y recursos didácticos que condicionan la calidad de la enseñanza. Ante este panorama, enseñar ciencias con indagación no solo es deseable, sino necesario: permite vincular contenidos con habilidades, y conectar la teoría con situaciones observables del entorno. En otras palabras, el reto es pasar de “recordar definiciones” a explicar con evidencia.

La pregunta central de esta investigación fue: ¿Cómo fortalecer la competencia de indagación en la comprensión del transporte a través de membrana en estudiantes de grado sexto de la IED Rural Carrasquilla en 2025? Se partió de la hipótesis de que una secuencia experimental diseñada bajo principios de indagación, y apoyada por TIC, mejoraría significativamente la comprensión conceptual y las habilidades investigativas.

El objetivo general consistió en determinar el impacto de dicha secuencia como estrategia para fortalecer la indagación en el tema de transporte de membrana. De este se derivaron objetivos específicos: diagnosticar el nivel inicial de indagación, diseñar e implementar la secuencia con actividades de laboratorio y TIC, y evaluar su impacto mediante pruebas, entrevistas y encuestas, en coherencia con las orientaciones nacionales para promover competencias científicas en básica secundaria (Ruiz et al., 2016). Metodológicamente, el estudio

se inscribió en un paradigma interpretativo, con enfoque mixto y diseño de investigación-acción, triangulando datos cuantitativos (pretest y postest) y cualitativos (entrevistas, encuestas y análisis documental) para robustecer la validez y la confiabilidad.

El estudio se desarrolló con estudiantes de grado sexto de la IED Rural Carrasquilla. Se trabajó con dos cursos intactos: el 601 (grupo experimental, que recibió la secuencia y presentó pretest y postest) y el 602 (grupo de comparación, que presentó las mismas pruebas sin cursar la secuencia). Se aplicó el mismo instrumento en ambos momentos para asegurar comparabilidad y estimar con precisión los cambios atribuibles a la intervención. La información se complementó con entrevistas y encuestas, y con el uso de TIC (Kahoot/Quizizz) para retroalimentación inmediata.

Los resultados cuantitativos mostraron mejoras significativas en la competencia de indagación: el 601 pasó, en promedio, de 43% (pretest) a 71% (postest), y el 602, de 26% a 64%. En términos prácticos, aumentó la proporción de estudiantes capaces de observar con criterio, registrar datos, formular hipótesis y explicar fenómenos con base en evidencia. Estos datos convergieron con la evidencia cualitativa: más del 80% reportó mayor motivación al combinar prácticas experimentales y recursos digitales, y describió la experiencia como más clara y desafiante, pero accesible.

En el plano pedagógico, el rol docente se transformó: de transmisor de contenidos a mediador que diseña experiencias, observa evidencias en tiempo real y ofrece ayudantías puntuales. En contextos rurales con recursos limitados, la secuencia demostró que es viable enseñar ciencias con indagación usando materiales sencillos (papa, apio, remolacha) y una arquitectura didáctica que conecte pregunta–dato–explicación. En síntesis, la propuesta fortaleció la indagación, mejoró la motivación y aportó una ruta replicable para la enseñanza de las ciencias en entornos con restricciones, en línea con lo planteado por Gil Pérez (1993, 1994) y Ruiz et al. (2016).

.

Capítulo I: Planteamiento de la propuesta

El presente capítulo aborda los elementos fundamentales de la investigación: el problema, los objetivos y la justificación. El problema de estudio parte de la necesidad de fortalecer la competencia de indagación en los estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Departamental Rural Carrasquilla, quienes presentan dificultades para comprender y aplicar de manera práctica el concepto de transporte a través de membrana, lo cual repercute en bajos desempeños en ciencias. A partir de este planteamiento se formulan los objetivos, orientados al diagnóstico del nivel de indagación, el diseño, la implementación y la evaluación de una secuencia experimental mediada por TIC, con el propósito de generar aprendizajes significativos y motivadores. La justificación, por su parte, enfatiza la pertinencia del proyecto en el plano educativo, institucional y social, destacando su impacto en el fortalecimiento del área de Ciencias Naturales, en el quehacer docente y en la formación integral de los estudiantes.

1.1 Planteamiento del problema

En la enseñanza de las Ciencias Naturales, y particularmente en biología, se evidencia un vacío persistente: los estudiantes suelen memorizar definiciones como difusión, ósmosis o transporte activo, pero presentan dificultades al explicar fenómenos, diseñar experimentos y argumentar con base en evidencias. Esto refleja debilidades en la competencia de indagación, entendida como la capacidad de formular preguntas, plantear hipótesis, recolectar y analizar datos, y comunicar conclusiones fundamentadas. Diversos autores han advertido que este rezago se debe a la prevalencia de una enseñanza transmisiva y a la escasa práctica experimental sistemática (Carrascosa y Domínguez, 2017; Cofré et al., 2010; Espinosa, González y Hernández, 2016). Esta situación limita el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión profunda de conceptos biológicos esenciales, como el transporte de sustancias a través de membrana, un contenido clave en la educación básica secundaria.

El panorama mundial, medido por las pruebas PISA 2022 en Ciencias, revela una brecha considerable entre países. Mientras Singapur lidera con un puntaje de 561, el promedio de la OCDE es de 485 (ver figura 1). En contraste, los países latinoamericanos presentan resultados inferiores: Chile obtiene 444, México 410, Brasil 403 y Colombia 411. Esta diferencia refleja no

solo limitaciones conceptuales, sino también debilidades en la enseñanza orientada a la indagación científica (ver tabla 1 y figura 1).

Tabla 1.

PISA 2022 – Ciencias (selección de países)

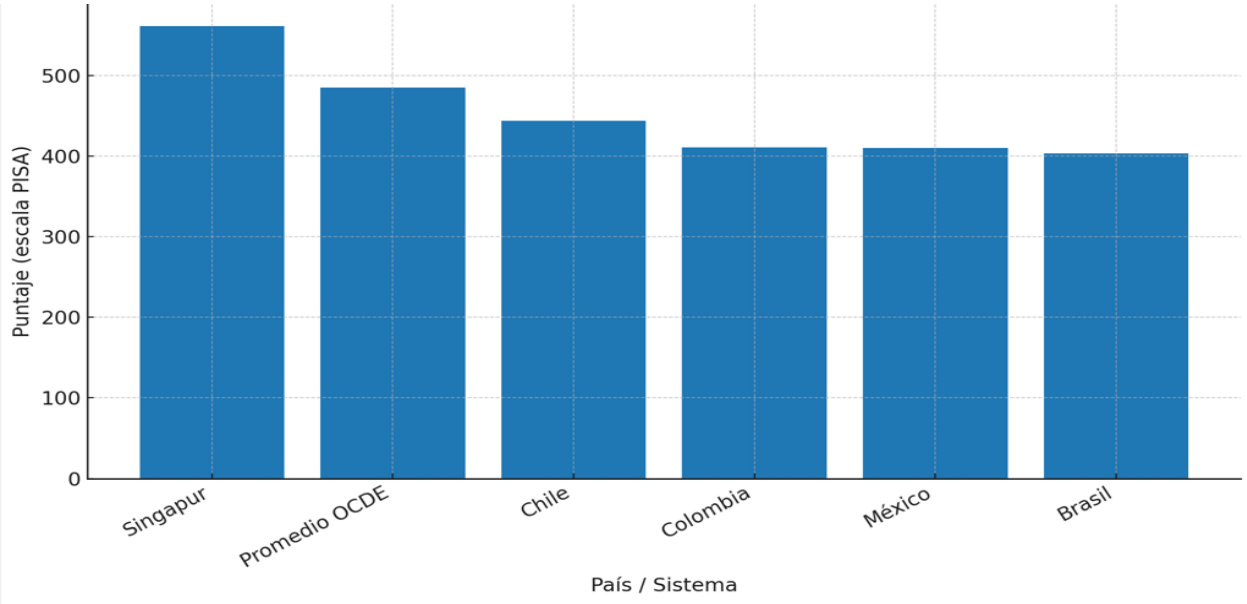
Nota: Singapur lidera en Ciencias (561), muy por encima del promedio OCDE (485).
En la región mostrada, Chile (444) supera a Colombia (411), México (410) y Brasil (403).
Colombia queda 74 puntos bajo la OCDE, evidenciando rezagos frente a referentes internacionales.

País/Sistema	Puntaje Ciencias
Singapur	561
Promedio OCDE	485
Chile	444
México	410
Colombia	411
Brasil	403

Figura 1.

Comparación internacional en Ciencias – PISA 2022

Nota: La Figura 1 evidencia una amplia brecha en Ciencias (PISA 2022): Singapur (~561) supera con holgura el promedio OCDE (485).



Estos resultados internacionales muestran que Colombia se encuentra por debajo de la media de la OCDE, lo cual exige repensar la enseñanza de las ciencias hacia enfoques más activos, con prácticas de laboratorio que permitan a los estudiantes “interrogar a la naturaleza” (Adúriz, et al., 2012).

En el contexto colombiano, los resultados de Saber 11 (2023, calendario B) en Ciencias Naturales muestran un promedio nacional de 61 puntos en una escala de 0 a 100, con variaciones regionales significativas (ver figura 2). El Centro Sur presenta el mayor promedio con 68, seguido del Centro Oriente (65) y el Caribe (64), mientras que el Eje Cafetero-Antioquia alcanza 62 y la región del Pacífico ocupa el nivel más bajo con 59 (ver tabla 2).

Tabla 2.

Saber 11 Ciencias Naturales por región (2023, calendario B)

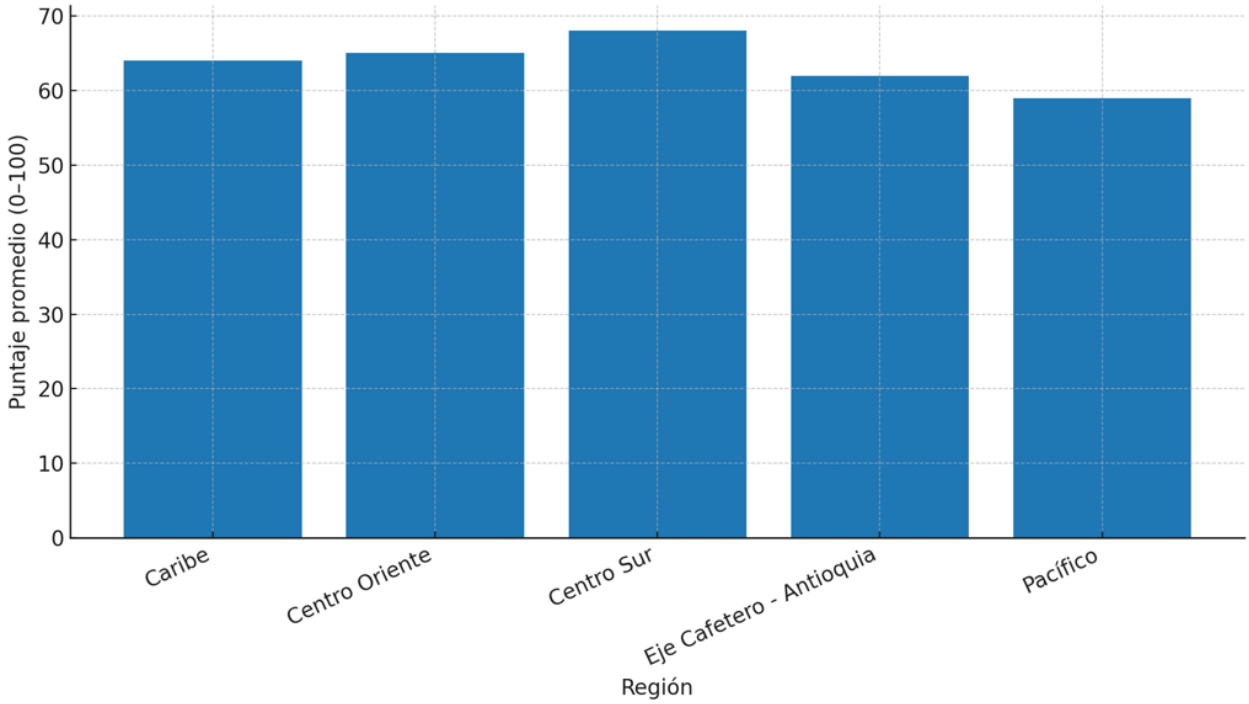
Nota: Centro Sur obtuvo el promedio más alto en Ciencias Naturales (68), seguido por Centro Oriente (65) y Caribe (64). Eje Cafetero–Antioquia marcó 62, mientras que el Pacífico registró el nivel más bajo (59).

Región	Puntaje promedio
Caribe	64
Centro Oriente	65
Centro Sur	68
Eje Cafetero – Antioquia	62
Pacífico	59

Figura 2.

Resultados regionales Saber 11 – Ciencias Naturales

Nota: Centro Sur obtuvo el promedio más alto en Ciencias Naturales (68), seguido por Centro Oriente (65) y Caribe (64). Eje Cafetero–Antioquia marcó 62, mientras que el Pacífico registró el nivel más bajo (59).



Estos datos nacionales muestran disparidades entre regiones, pero también una tendencia común, la mayoría de los estudiantes se concentran en niveles medios de desempeño, lo cual revela que, aunque comprenden algunos conceptos, no logran movilizar la indagación científica en su totalidad. Esta situación se alinea con las advertencias de Cofré et al. (2015) sobre la necesidad de fortalecer la formación docente en ciencias en países como Colombia, Chile y Argentina.

Al analizar la Institución Educativa Departamental Rural Carrasquilla, donde se centra esta investigación, los resultados de diagnóstico en grado sexto reflejan que un 52 % de los estudiantes se ubica en nivel insuficiente, un 38 % en nivel básico y solo un 10 % alcanza un nivel alto en la competencia de indagación (ver figura 3). Esto evidencia que la mayoría presenta dificultades para formular preguntas investigables, diseñar procedimientos y explicar fenómenos con base en la evidencia (ver tabla 3).

Tabla 3.

Distribución de niveles de desempeño en indagación – Grado sexto (diagnóstico institucional)

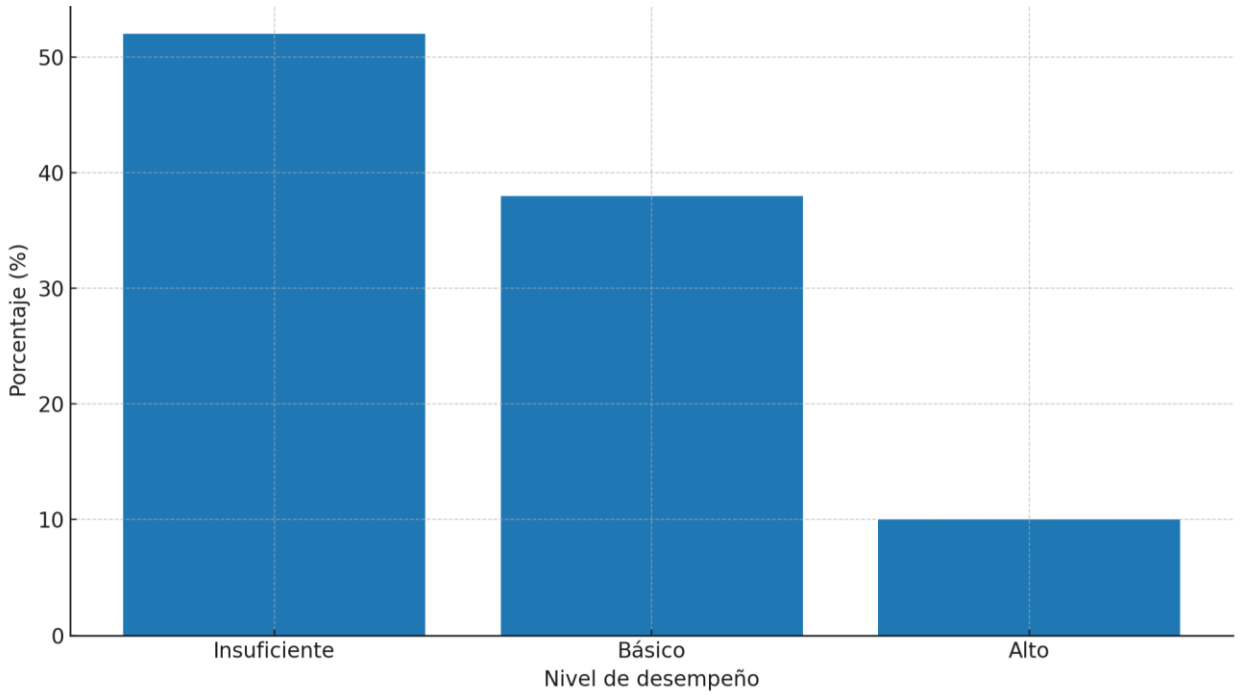
Nota: La Tabla 3 muestra una concentración en Insuficiente (52%), seguida de Básico (38%) y solo Alto (10%). Este perfil evidencia brechas en competencias de indagación y la necesidad de fortalecer habilidades fundamentales (observar, registrar, justificar).

Nivel de desempeño	Porcentaje (%)
Insuficiente	52
Básico	38
Alto	10

Figura 3.

Niveles de desempeño en indagación – Institución Educativa Carrasquilla

Nota: La Tabla 3 muestra una concentración en Insuficiente (52%), seguida de Básico (38%) y solo Alto (10%). Este perfil evidencia brechas en competencias de indagación y la necesidad de fortalecer habilidades fundamentales (observar, registrar, justificar).



Nota: La Tabla 3 muestra una concentración en Insuficiente (52%), seguida de Básico (38%) y solo Alto (10%). Este perfil evidencia brechas en competencias de indagación y la necesidad de fortalecer habilidades fundamentales (observar, registrar, justificar).

Esta situación confirma que la problemática global y nacional también se refleja en el aula local, donde el transporte a través de membrana se enseña principalmente como un conjunto de definiciones, sin oportunidad suficiente de experimentación práctica.

La revisión de la literatura y el análisis de contexto permiten identificar múltiples causas de esta problemática. Entre ellas se destacan el predominio de prácticas expositivas que reducen la participación activa (Carrascosa y Domínguez, 2017), las limitaciones de laboratorio que impiden experiencias experimentales de calidad (Carrascosa et al., 2007; Crisafulli y Villalba, 2013), y la fragmentación curricular, que dificulta la construcción de modelos explicativos coherentes (Adúriz-Bravo et al., 2012). Asimismo, la falta de estímulos para el pensamiento crítico (Bezanilla et al., 2018), la escasez de prácticas sostenidas (Espinosa et al., 2016; Fernández, 2018) y la baja participación en ferias y proyectos científicos (Alvarado et al., 2018) refuerzan la debilidad en el desarrollo de competencias científicas. A continuación, se presenta la relación entra las causas y consecuencias de la problemática (ver tabla 4):

Tabla 4.

Relación entre causas y consecuencias de la problemática

Nota: La Tabla 4 muestra un encadenamiento claro: una enseñanza transmisiva y con poca indagación, sumada a limitaciones de laboratorio y currículos fragmentados, deriva en bajo dominio de competencias científicas.

Causa principal	Consecuencia educativa
Enseñanza transmisiva y baja integración de indagación	Bajo dominio de competencias de indagación y resolución de problemas
Limitaciones de laboratorio	Reducción del aprendizaje significativo y de la motivación
Currículos poco articulados	Fragmentación conceptual y dificultades en transferir saberes
Escaso desarrollo del pensamiento crítico	Debilidad en argumentar con datos y analizar evidencias
Escasez de prácticas experimentales sostenidas	Comprensión superficial de fenómenos como ósmosis/difusión
Baja cultura científica y participación en proyectos	Menor motivación y baja apropiación de la ciencia escolar

La evidencia presentada a nivel internacional, nacional e institucional confirma que los estudiantes muestran desempeños bajos en ciencias y, en particular, en la competencia de indagación. Las causas apuntan a una enseñanza centrada en la transmisión de información y a la falta de experiencias experimentales significativas. Las consecuencias son claras: desinterés,

comprensión superficial de fenómenos biológicos y limitaciones en el desarrollo de pensamiento crítico.

En este sentido, se hace necesaria la implementación de una secuencia experimental que aborde de manera activa el concepto de transporte a través de membrana. Dicha propuesta no solo permitirá mejorar los aprendizajes en biología, sino también fortalecer la competencia de indagación en grado sexto, alineándose con los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) y los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias del Ministerio de Educación Nacional. Así, se contribuirá a una transformación metodológica en la enseñanza de las ciencias, con impacto en el desempeño escolar y en la formación de ciudadanos críticos y científicamente alfabetizados.

Frente a este panorama, resulta pertinente diseñar estrategias pedagógicas que, desde los primeros grados del bachillerato, promuevan el desarrollo de competencias científicas, en especial la competencia de indagación, entendida como la capacidad de formular preguntas, plantear hipótesis, recolectar datos y construir explicaciones con base en la evidencia. En este contexto, surge la siguiente pregunta de investigación.

1.1.1 Pregunta problema

¿Cómo fortalecer la competencia de indagación en la comprensión del transporte a través de membrana a estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Carrasquilla en el año 2025?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Determinar el impacto de una secuencia experimental como estrategia didáctica para fortalecer la competencia de indagación en la enseñanza del concepto de transporte a través de membrana en estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Departamental Rural Carrasquilla, en el año 2025.

1.2.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el nivel de desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes de los grados 601 y 602 mediante pruebas diagnósticas.
- Diseñar una secuencia experimental basada en la indagación orientada a la enseñanza del transporte a través de membrana.
- Implementar la secuencia experimental favoreciendo la participación de los aprendices y el uso de herramientas TIC como Kahoot y Quizizz.
- Evaluar el impacto de la secuencia experimental en el fortalecimiento de la competencia de indagación a partir del análisis de los resultados obtenidos antes y después de la intervención.

1.3 Justificación

La enseñanza de las Ciencias Naturales en la educación básica secundaria se enfrenta a múltiples desafíos relacionados con la falta de motivación de los estudiantes, la ausencia de prácticas experimentales sistemáticas y la prevalencia de un modelo transmisivo centrado en la memorización de conceptos. En este contexto, el transporte de sustancias a través de membrana, tema clave del currículo en grado sexto, se convierte en un ejemplo paradigmático: mientras la teoría suele presentarse como definiciones aisladas (ósmosis, difusión, transporte activo), los estudiantes no logran transferir este conocimiento a fenómenos reales ni desarrollan habilidades de indagación científica.

La competencia de indagación es reconocida como un eje fundamental de la alfabetización científica. Implica que los estudiantes formulen preguntas, planteen hipótesis, diseñen procedimientos, recolecten datos y elaboren conclusiones sustentadas en evidencia. Sin embargo, tanto en evaluaciones internacionales como nacionales, los resultados en esta competencia muestran bajos niveles de desempeño. Ruiz, el at., (2016) señalan que, en varios países latinoamericanos, los currículos presentan oportunidades limitadas para aprender ciencias en torno a habilidades de indagación, priorizando contenidos conceptuales sobre la práctica científica.

En consecuencia, surge la necesidad de diseñar e implementar estrategias pedagógicas innovadoras que transformen la experiencia de aprendizaje, pasando de una enseñanza pasiva

a una más activa, participativa y significativa. Una secuencia experimental que integre actividades de laboratorio y herramientas TIC responde directamente a esta necesidad, pues favorece la construcción de aprendizajes contextualizados y fomenta el pensamiento crítico y científico en los estudiantes.

El proyecto tiene un fuerte impacto en el plano educativo, ya que se alinea con las tendencias globales que buscan desarrollar competencias del siglo XXI, entre ellas la indagación, la resolución de problemas y la argumentación con base en evidencias. Séré (2002) enfatiza que las actividades de laboratorio no solo permiten aprender conocimientos prácticos, sino que también fortalecen actitudes positivas hacia la ciencia, como la curiosidad, la perseverancia y el trabajo en equipo.

Al promover la enseñanza basada en la indagación, esta propuesta contribuye a cerrar la brecha entre lo que establece el currículo y lo que efectivamente ocurre en el aula. Se favorece un aprendizaje profundo, en el cual los estudiantes no se limitan a recordar definiciones, sino que comprenden procesos y construyen modelos explicativos. Además, al integrar plataformas como Kahoot y Quizizz, se potencia el aprendizaje interactivo, motivador y adaptado al contexto digital actual. De esta forma, el impacto educativo trasciende el aula, ya que contribuye a la formación de ciudadanos con pensamiento crítico, capaces de tomar decisiones fundamentadas en datos, lo cual es esencial para la participación activa en una sociedad científicamente alfabetizada.

En el plano institucional, el proyecto fortalece el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Institución Educativa Departamental Rural Carrasquilla, al alinearse con los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional que promueven aprendizajes activos y competencias científicas. Implementar una secuencia experimental de este tipo permite que la institución avance hacia estándares de calidad más altos, lo cual impacta de manera directa los resultados de pruebas externas como el Índice Sintético de Calidad Educativa (ISCE) y las pruebas Saber.

La incorporación de prácticas experimentales, apoyadas en TIC, también genera una cultura de innovación pedagógica dentro de la institución, abriendo la puerta a que otros docentes adapten y repliquen estas estrategias en diferentes grados y áreas. Según Téllez, Barragán y Casas (2012), transformar las prácticas de laboratorio con distintos niveles de apertura fortalece la autonomía docente e institucional, favoreciendo un aprendizaje más inclusivo y contextualizado. Por tanto, el impacto institucional no solo se refleja en los resultados

académicos, sino en la consolidación de una identidad educativa comprometida con la enseñanza de calidad y con la innovación metodológica.

En este orden de ideas, para los docentes, este proyecto representa una oportunidad de replantear y enriquecer su práctica pedagógica. La enseñanza de las ciencias tradicionalmente ha estado asociada con un alto grado de transmisión de información, lo que puede generar insatisfacción y agotamiento profesional. Skaalvik y Skaalvik (2011) destacan que la satisfacción laboral docente se relaciona con la posibilidad de innovar, pertenecer a una comunidad educativa dinámica y generar aprendizajes significativos en los estudiantes.

De igual manera, Struyven y Vanthournout (2014) advierten que uno de los factores que incide en el abandono de la profesión docente es la frustración derivada de no poder transformar las prácticas de enseñanza. En este sentido, una propuesta innovadora, como la secuencia experimental de este proyecto, fortalece la motivación y el compromiso de los maestros, brindándoles herramientas para enseñar de manera más efectiva y significativa. Además, la implementación de esta propuesta estimula la reflexión crítica sobre la práctica docente y la incorporación de metodologías activas, lo cual se traduce en un mayor sentido de pertenencia y satisfacción profesional.

El proyecto fortalece de manera específica el área de Ciencias Naturales, al proporcionar una estrategia concreta y replicable para abordar un concepto complejo como el transporte a través de membrana. Según Valverde, Jiménez y Viza (2006), la atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio permite que los estudiantes, independientemente de sus ritmos de aprendizaje, logren construir conocimiento científico de manera significativa.

Asimismo, Crisafulli y Villalba (2013) sostienen que el laboratorio constituye un espacio clave para articular teoría y práctica, y que la ausencia de estas experiencias empobrece la comprensión de la ciencia. En este sentido, la secuencia experimental propuesta se convierte en un modelo metodológico que puede adaptarse a otros contenidos del currículo, enriqueciendo el área en su conjunto y consolidando la enseñanza de las ciencias en la institución.

El beneficio más directo se evidencia en los estudiantes, quienes dejan de ser receptores pasivos de información para convertirse en protagonistas de su proceso de aprendizaje. A través de la indagación, los jóvenes de grado sexto podrán formular preguntas, diseñar experimentos, analizar datos y elaborar conclusiones, desarrollando así competencias científicas que van más allá de la memorización.

Este enfoque responde a lo señalado por Ruiz et al. (2016), quienes evidencian que los currículos deben garantizar oportunidades reales de aprendizaje de ciencias, centradas en el desarrollo de habilidades, no solo en contenidos. Además, la incorporación de TIC permite acercar la ciencia a los lenguajes digitales con los que los estudiantes ya interactúan cotidianamente, aumentando su motivación y participación activa. En términos de impacto social, se espera que los estudiantes no solo comprendan mejor el transporte a través de membrana, sino que también adquieran habilidades transferibles a otras áreas del conocimiento y de la vida diaria, como la capacidad de argumentar, tomar decisiones y trabajar en equipo. A continuación, en la siguiente tabla se evidencia los diferentes impactos de la investigación (ver tabla 5).

Tabla 5.

Impacto del proyecto de investigación

Nota: La Tabla 5 sintetiza un impacto multiescalar: educativo, institucional, en el quehacer docente, en el área de Ciencias y en los estudiantes. La propuesta impulsa competencias científicas, aprendizaje activo y pensamiento crítico; alinea el PEI con estándares y mejora resultados externos; ofrece un modelo replicable que articula teoría y práctica.

Nivel de impacto	Principales aportes
Educativo	Promueve competencias científicas del siglo XXI; fortalece aprendizaje activo y pensamiento crítico.
Institucional	Mejora resultados en pruebas externas; alinea al PEI con estándares nacionales; impulsa innovación.
Quehacer docente	Enriquece la práctica pedagógica; motiva al profesorado; reduce el agotamiento y fomenta la innovación.
Área de Ciencias	Articula teoría y práctica; ofrece un modelo replicable; atiende a la diversidad de aprendizajes.
Estudiantes	Fortalece la competencia de indagación; aumenta la motivación; desarrolla habilidades transferibles.

Nota: La Tabla 5 sintetiza un impacto multiescalar: educativo, institucional, en el quehacer docente, en el área de Ciencias y en los estudiantes. La propuesta impulsa competencias científicas, aprendizaje activo y pensamiento crítico; alinea el PEI con estándares y mejora resultados externos; ofrece un modelo replicable que articula teoría y práctica.

El análisis realizado en este capítulo permite concluir que el problema central se relaciona con la persistencia de modelos tradicionales de enseñanza en ciencias, los cuales limitan el desarrollo de competencias científicas como la indagación y dificultan la comprensión de

fenómenos biológicos esenciales. Asimismo, se establece que la secuencia experimental constituye una alternativa metodológica pertinente, pues articula la teoría con la práctica y promueve aprendizajes más activos, críticos y significativos. Los objetivos planteados ofrecen una ruta clara y estructurada para abordar la problemática, desde el diagnóstico inicial hasta la evaluación del impacto de la propuesta. Finalmente, se concluye que la investigación es necesaria y relevante porque responde a las demandas del currículo, aporta a la innovación pedagógica institucional y contribuye a la formación de estudiantes capaces de analizar, explicar y argumentar fenómenos científicos desde la práctica de la indagación.

Capítulo II: Marco Referencia y Teórico de la Investigación

El segundo capítulo desarrolló el marco referencial y teórico que sustentó la investigación, ofreciendo las bases necesarias para comprender la problemática, orientar el diseño metodológico y contextualizar la propuesta pedagógica. En primer lugar, se presentaron los antecedentes a nivel internacional y nacional, los cuales permitieron identificar las tendencias, avances y vacíos en torno a la enseñanza de las ciencias, el uso de prácticas experimentales y el desarrollo de la competencia de indagación. Posteriormente, se expuso el marco teórico, donde se integraron las principales teorías y enfoques didácticos que fundamentaron la propuesta, destacando la importancia de la indagación científica como eje de la enseñanza de las Ciencias Naturales. El marco conceptual precisó las categorías centrales de la investigación, tales como indagación, secuencia experimental, transporte a través de membrana y aprendizaje activo, con el fin de unificar el lenguaje y evitar ambigüedades. En el marco legal, se revisaron las disposiciones normativas y políticas educativas nacionales que respaldaron el proyecto, como los Lineamientos Curriculares, los Estándares Básicos de Competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales. Finalmente, el marco contextual describió las características de la Institución Educativa Departamental Rural Carrasquilla, sus particularidades socioculturales y académicas, y las condiciones en que se desarrolló la intervención, garantizando que la propuesta se ajustara a la realidad institucional y respondiera de manera pertinente a las necesidades detectadas.

1.4 Marco de antecedentes

El marco de antecedentes constituyó un insumo fundamental para comprender el estado de la enseñanza de las Ciencias Naturales y, en particular, el desarrollo de la competencia de indagación en los procesos escolares. A nivel internacional, diversos estudios evidenciaron avances y limitaciones en la implementación de metodologías activas, secuencias experimentales y el uso de las TIC como apoyo en la enseñanza científica, lo que permitió identificar tendencias globales y enfoques innovadores en la didáctica de la biología. En el contexto nacional, se realizaron investigaciones y propuestas pedagógicas que buscaron transformar la enseñanza tradicional, incorporando estrategias de laboratorio, aprendizaje activo y recursos accesibles que respondieron a las necesidades de los estudiantes en escenarios

urbanos y rurales. Estos antecedentes, analizados desde lo general a lo particular, ubicaron la investigación en el panorama educativo contemporáneo, estableciendo puntos de referencia que justificaron su pertinencia y aportes.

1.4.1 A nivel internacional

En la investigación de Teplá y Distler (2025) titulada “El impacto de la educación científica basada en la indagación a largo plazo en la motivación y adquisición de conocimiento: el papel del género, la asignatura y el nivel de indagación”, se analizó cómo la enseñanza a través de la indagación influye en la motivación de los estudiantes y en su aprendizaje. Los resultados mostraron que, con el tiempo, los alumnos expuestos de forma continua a estrategias de indagación desarrollan un mayor interés hacia las ciencias y mejoran su desempeño, aunque existen diferencias dependiendo de la asignatura y el género. Este hallazgo refuerza la idea de que la indagación debe adaptarse a las características de cada grupo para maximizar su impacto. Asimismo, la investigación concluyó que los métodos basados en indagación son más efectivos que las prácticas tradicionales de laboratorio, pues no solo elevan el rendimiento académico, sino también la motivación y el compromiso. Esto sugiere que la enseñanza de las ciencias requiere no solo de prácticas experimentales, sino de una reflexión constante sobre el nivel de apertura de las actividades y su pertinencia para los estudiantes. Para nuestra investigación, este estudio resulta relevante al confirmar que el diseño de una secuencia experimental sobre transporte a través de membrana debe considerar tanto la motivación como las diferencias individuales, mostrando que la indagación sostenida es clave para fortalecer aprendizajes y mantener el interés en biología.

Por su parte, Soledispa Zurita, Puga Mármol, Chávez Parra y Maldonado Díaz (2024) en la investigación titulada “La enseñanza de las ciencias naturales a través de la indagación: Estrategias efectivas y resultados de aprendizaje en el aula” realizaron un análisis sistemático de diversas experiencias que implementaron metodologías de indagación en ciencias naturales. Identificaron que actividades como la formulación de preguntas abiertas, la experimentación guiada y el análisis colectivo de resultados constituyen prácticas que promueven aprendizajes significativos y duraderos. Además, evidenciaron que estas estrategias superan en efectividad a las clases tradicionales centradas en la memorización, ya que fomentan pensamiento crítico, resolución de problemas y mayor implicación de los estudiantes en su propio aprendizaje. El estudio también destaca que la indagación debe ser entendida como un proceso dinámico en el que los estudiantes construyen conocimiento mediante la exploración y el razonamiento,

desarrollando competencias más allá del contenido disciplinar. En relación con nuestra investigación, este aporte sustenta la pertinencia de la secuencia experimental diseñada, puesto que integra preguntas problematizadoras, prácticas sencillas y discusión grupal, elementos señalados como clave para el éxito del aprendizaje activo y de la construcción de la competencia de indagación.

En una revisión sistemática, Strat et al. (2024) desarrollaron la investigación “Revisión sistemática de la educación científica basada en la indagación en la formación docente entre 2000 y 2022”, en la que analizaron más de 140 estudios internacionales. Sus hallazgos demostraron que los programas de formación que incorporan estrategias de indagación generan cambios significativos en la práctica pedagógica, dotando a los docentes de herramientas para diseñar experiencias de aprendizaje activas y contextualizadas. El estudio destaca que la implementación de la indagación requiere acompañamiento y reflexión constante, y que el nivel de apertura de las actividades debe adaptarse al contexto y a la experiencia de los docentes. Asimismo, se evidenció que los programas más exitosos son aquellos que vinculan la práctica directa con la reflexión crítica, permitiendo a los maestros integrar la indagación de manera natural en su enseñanza. En relación con nuestra propuesta, esta revisión aporta un marco sólido para entender la necesidad de que el docente asuma un rol activo como diseñador de experiencias, lo cual se refleja en la secuencia experimental aplicada, que no solo fortaleció a los estudiantes, sino que también transformó la práctica docente en el aula de ciencias.

De igual forma, Urdanivia Alarcón (2023) en la investigación titulada “La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias mediante la indagación” enfatizó la importancia de este enfoque en la educación secundaria para el desarrollo de competencias investigativas. El estudio señala que la indagación, combinada con prácticas de laboratorio y el uso de tecnologías digitales, promueve aprendizajes significativos y contextualizados, permitiendo a los estudiantes elaborar explicaciones fundamentadas en la observación y la experimentación. Además, resalta la utilidad de laboratorios virtuales y simuladores cuando los recursos materiales son limitados, lo que amplía las posibilidades de enseñanza en contextos con carencias de infraestructura. Los autores sostienen que la indagación, al ser un modelo constructivista, favorece la autonomía, la curiosidad y el pensamiento crítico, competencias clave en la alfabetización científica del siglo XXI. Para nuestra investigación, este trabajo es particularmente relevante, pues muestra que en contextos rurales como el de la IED Carrasquilla, la combinación de prácticas experimentales sencillas con el uso de TIC puede suplir limitaciones materiales y garantizar aprendizajes sólidos, motivadores y aplicables a la vida cotidiana.

Finalmente, Morris (2025) en el estudio “Repensando las prácticas de enseñanza de las ciencias: del modelo expositivo al marco integral de educación científica basada en la indagación” propone un nuevo enfoque denominado CIBSE (Comprehensive Inquiry-Based Science Education). Este marco combina la exploración abierta con el acompañamiento docente, planteando que la enseñanza de las ciencias debe equilibrar libertad investigativa y orientación pedagógica. Los resultados evidencian que los estudiantes expuestos a este enfoque desarrollan mejores habilidades de razonamiento y logran aprendizajes más profundos en comparación con aquellos formados en modelos exclusivamente expositivos. Además, el estudio resalta la necesidad de replantear las prácticas tradicionales para que la indagación se convierta en el eje transversal de la enseñanza. Este aporte es clave para nuestra investigación, pues confirma que el éxito de la secuencia experimental radicó en el equilibrio entre la guía del docente y la autonomía del estudiante, mostrando que un diseño estructurado pero flexible es esencial para fortalecer la competencia de indagación en biología.

1.4.2 A nivel nacional

En la investigación de Soledispa Zurita, Puga Mármol, Chávez Parra y Maldonado Díaz (2024), titulada *“La enseñanza de las ciencias naturales a través de la indagación: Estrategias efectivas y resultados de aprendizaje en el aula”*, se realizó un análisis sistemático de experiencias pedagógicas que aplicaron estrategias de indagación en ciencias naturales. Se encontró que prácticas como la formulación de preguntas abiertas, la experimentación y el análisis grupal promueven aprendizajes profundos, pensamiento crítico y una mayor implicación estudiantil. Estas metodologías demostraron ser más efectivas que las clases tradicionales enfocadas en la memorización, al fomentar competencias científicas sustentadas. Para nuestra investigación, este estudio refuerza la pertinencia de utilizar una secuencia experimental estructurada que integra indagación, discusión colectiva y experimentación, contribuyendo al desarrollo de la competencia de indagación y la comprensión del transporte a través de membrana.

En el trabajo de Pierre Rodríguez-García (2022), titulado *“¿El aprendizaje basado en indagación mejora el rendimiento académico del alumnado en ciencias? Análisis basado en PISA 2018”*, se exploró la relación entre el enfoque inductivo de enseñanza y los resultados académicos en ciencias en pruebas PISA. Los hallazgos sugieren que las escuelas que priorizan el aprendizaje por indagación presentan mejor rendimiento en competencias científicas y mayor capacidad para resolver problemas complejos. Además, se observó una correlación positiva

entre el uso sistemático de la indagación y la mejora de actitudes hacia la ciencia. Esto sostiene nuestro enfoque metodológico: aplicar una secuencia experimental de aula con indagación como eje de transformación, legitimado por evidencia nacional que respalda su impacto en el rendimiento y la motivación.

Silvana Pérez y Jesús A. Meneses Villagrá (2021), en su estudio *"La enseñanza de las ciencias por indagación y el diseño ingenieril en educación primaria"*, presentaron una propuesta didáctica que integra metodologías de indagación con elementos de diseño ingenieril. Su secuencia incluyó planificación, ejecución y análisis de actitudes y emociones en estudiantes frente a actividades científicas. El resultado mostró un aumento en el interés, las habilidades cognitivas y las actitudes positivas hacia la ciencia. Este enfoque sirve de base conceptual para nuestra secuencia experimental, puesto que incorpora estructura, experimentación y atención a la dimensión emocional del aprendizaje, elementos necesarios para fortalecer la competencia de indagación.

En el estudio de Diego Quesada Coronado (2017) titulado *"La indagación en la enseñanza de las ciencias-estrategias metodológicas"*, se abordaron técnicas pedagógicas para aplicar la indagación científica en el aula. El autor propone actividades que promueven que los alumnos formulen hipótesis, realicen experimentos y construyan explicaciones a partir de datos concretos, priorizando el análisis crítico y la argumentación científica. Estas estrategias corroboran que la indagación debe vivirse como un proceso activo, con el alumno como protagonista de su aprendizaje. Esto se alinea perfectamente con la lógica de nuestra propuesta, donde los estudiantes asumen un rol investigador, conectan experimentos con conceptos y construyen explicaciones fundamentadas en evidencia experimental.

Finalmente, en la investigación de Édgar A. Espinosa Ríos (2025) titulada *"Fortalecimiento de la competencia científica indagación mediante una secuencia didáctica fundamentada en la mediación didáctica"*, se diseñó e implementó una secuencia didáctica estructurada en tres fases (contextualización, revisión y desarrollo) para fortalecer la indagación en estudiantes de noveno grado. El estudio utilizó entrevistas, rubricas y observación y resaltó la importancia de la coherencia pedagógica y la mediación docente en el desarrollo de la competencia. Este enfoque fundamentado en mediación y secuenciación respalda nuestra propuesta, ya que valida la necesidad de estructurar actividades de indagación con soporte docente reflexivo para que los estudiantes puedan reconocer y aplicar sus habilidades científicas de forma autónoma.

1.5 Marco teórico

1.5.1 Fundamentos de la enseñanza de las ciencias y la naturaleza de la indagación

La enseñanza de las ciencias ha sido un campo de reflexión permanente en la pedagogía y la didáctica, pues implica no solo la transmisión de conocimientos, sino también la construcción de habilidades cognitivas, metodológicas y actitudinales que permitan a los estudiantes comprender y participar activamente en los fenómenos de su entorno. Desde una perspectiva epistemológica, enseñar ciencias implica acercar a los estudiantes a la naturaleza de la ciencia, entendida como un proceso dinámico basado en la observación, la experimentación y la interpretación crítica (Colombo de Cudmani, 2003). En este sentido, la indagación no es únicamente una técnica, sino una manera de pensar y actuar que refleja el quehacer científico y que debe trasladarse al aula.

La didáctica contemporánea ha incorporado enfoques constructivistas para abordar la enseñanza de las ciencias. Carretero (1997) sostiene que el aprendizaje se construye a partir de los saberes previos del estudiante, lo cual implica que el conocimiento no se recibe pasivamente, sino que se reorganiza activamente en interacción con la nueva información. Coll (1999) complementa esta visión al señalar que la escuela debe constituirse en un espacio de construcción de significados, en el cual los contenidos científicos se presenten como herramientas para interpretar la realidad, y no como simples datos a memorizar. Para el caso de esta investigación, que busca fortalecer la competencia de indagación en torno al transporte a través de membrana, este fundamento resulta crucial: los estudiantes no pueden limitarse a definir conceptos como ósmosis o difusión, sino que deben construirlos a partir de la experimentación y la reflexión crítica.

Los aportes del constructivismo también resaltan el papel del docente como mediador del aprendizaje. Comignaghi (2013) enfatiza que el profesor no debe ser un transmisor de contenidos, sino un facilitador que plantea situaciones problemáticas, fomenta el diálogo y guía a los estudiantes en el proceso de construcción de conocimiento. Esta idea conecta con la indagación científica, en la medida en que el docente plantea preguntas abiertas, promueve la formulación de hipótesis y apoya a los estudiantes en el diseño de experiencias que les permitan

comprobar sus ideas. Así, la enseñanza de las ciencias deja de ser un proceso lineal y se convierte en una interacción dialógica que fomenta la autonomía y el pensamiento crítico.

Por otra parte, investigaciones sobre las ideas previas de los estudiantes en biología muestran que existen concepciones erróneas persistentes sobre la estructura celular y sus procesos básicos. Caballer y Giménez (s. f.) encontraron que muchos alumnos conciben la célula como una entidad estática y no como un sistema dinámico que intercambia materia y energía con su entorno. Esta dificultad explica por qué temas como el transporte a través de membrana suelen ser comprendidos de forma fragmentada o memorística. La investigación aquí planteada busca enfrentar este problema mediante una secuencia experimental que permita a los estudiantes visualizar y experimentar fenómenos de ósmosis y difusión, transformando sus concepciones iniciales en explicaciones fundamentadas.

La naturaleza de la indagación, entendida como competencia y como proceso pedagógico, responde a una necesidad señalada por múltiples autores: acercar al estudiante a la práctica científica real. Canizales, Salazar y López (2004) afirman que la experimentación en ciencias naturales constituye una estrategia clave para generar aprendizajes significativos, ya que permite a los estudiantes observar cambios concretos y establecer relaciones causales. En este proyecto, la indagación se materializa en la práctica de laboratorio, donde los estudiantes manipulan variables, recogen datos y elaboran conclusiones sobre el transporte celular. Este enfoque no solo fortalece el aprendizaje conceptual, sino que también estimula actitudes científicas como la curiosidad, la perseverancia y el rigor metodológico.

En el marco de las competencias educativas, Correa de Molina (2016) plantea que el desarrollo de habilidades del pensamiento requiere un rol activo del maestro y una estructuración de las experiencias de aula que favorezcan el análisis, la síntesis y la evaluación de la información. De ahí que la indagación se conciba como una vía para movilizar habilidades cognitivas superiores, vinculando la observación con la explicación y la argumentación. La propuesta de esta investigación responde a esa visión, ya que busca que los estudiantes del grado sexto no solo registren lo que ocurre en una experiencia de laboratorio, sino que sean capaces de explicar por qué ocurre y cómo se relaciona con el equilibrio celular.

La autoevaluación también juega un papel importante en este proceso. Calatayud (2008) sostiene que la autoevaluación constituye una estrategia pedagógica para atender a la diversidad, ya que permite a los estudiantes reconocer sus avances, identificar sus dificultades y

asumir un papel activo en su propio aprendizaje. En el contexto de la indagación científica, la autoevaluación se articula con la reflexión sobre las hipótesis formuladas y los resultados obtenidos, lo que potencia la metacognición y la construcción autónoma de saberes. De este modo, la propuesta de esta investigación integra no solo el trabajo experimental, sino también espacios de reflexión y autoevaluación apoyados en herramientas TIC como Kahoot y Quizizz.

La construcción curricular también se ve influenciada por la epistemología de la ciencia. Colombo de Cudmani (2003) argumenta que comprender los fundamentos epistemológicos es esencial para diseñar currículos que no reduzcan la ciencia a un conjunto de verdades acabadas, sino que la presenten como un proceso en constante construcción. En este sentido, la secuencia experimental planteada en esta investigación responde a una concepción de la ciencia como práctica dinámica, donde el conocimiento se valida a partir de la evidencia. Esto se alinea con los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales del MEN, que promueven el aprendizaje activo y la experimentación como ejes centrales del currículo.

Los estudios de caso sobre estrategias didácticas en ciencias aportan evidencia sobre la eficacia de las secuencias experimentales. Cardona (2013), en su investigación sobre tejidos vegetales en grado séptimo, demostró que la implementación de secuencias didácticas basadas en la indagación no solo mejora el aprendizaje conceptual, sino que incrementa la motivación de los estudiantes. Estos hallazgos refuerzan la pertinencia de la presente propuesta, que busca impactar el aprendizaje del transporte a través de membrana mediante actividades experimentales contextualizadas y secuenciadas.

Finalmente, es importante subrayar que la investigación aquí propuesta se sustenta en la idea de que el conocimiento científico escolar debe ser accesible, significativo y aplicable a la vida cotidiana de los estudiantes. Como señala Coll (1999), la educación escolar tiene sentido en la medida en que conecta los contenidos con la experiencia y los intereses del alumno. Así, la enseñanza de la biología y del transporte celular no puede reducirse a esquemas en un libro, sino que debe involucrar experiencias que permitan a los estudiantes comprender cómo la célula mantiene su equilibrio interno y cómo estos procesos son esenciales para la vida. La secuencia experimental se convierte entonces en una estrategia pedagógica que articula los fundamentos de la enseñanza de las ciencias con la naturaleza de la indagación, generando aprendizajes significativos, duraderos y contextualizados.

1.5.2 Modelos didácticos y estrategias experimentales para el aprendizaje en ciencias naturales

La enseñanza de las ciencias naturales se ha transformado de manera significativa en las últimas décadas, pasando de un enfoque centrado en la transmisión de contenidos hacia modelos didácticos que priorizan la construcción activa del conocimiento. Los modelos didácticos constituyen marcos de referencia que orientan la práctica docente, estableciendo las formas en que los contenidos son organizados, presentados y evaluados en el aula. Gallego-Badillo (1996) resalta que el constructivismo, como corriente central, introdujo nuevas estructuras conceptuales, metodológicas y actitudinales que posicionan al estudiante como protagonista de su proceso de aprendizaje, donde la experimentación y la indagación cobran un papel esencial.

En este contexto, el aprendizaje en ciencias naturales se enmarca dentro de un modelo constructivista que articula teoría y práctica. Cruz (2011) plantea que el diseño de unidades didácticas debe incorporar estrategias activas, como la resolución de problemas, la experimentación y la discusión crítica, con el propósito de que los estudiantes construyan significados más allá de la memorización. Este planteamiento se conecta directamente con la investigación que nos ocupa, en la cual la enseñanza del transporte a través de membrana se aborda mediante una secuencia experimental que busca fomentar la indagación y el aprendizaje significativo en estudiantes de grado sexto.

El papel de la experimentación en la enseñanza de las ciencias es fundamental. Dirienzo, Scancich, Ruíz Yanitelli y Pozzi Massa (s. f.) afirman que las prácticas de laboratorio no solo tienen un impacto positivo en la comprensión de conceptos, sino que también incrementan la motivación y el interés de los estudiantes. Del mismo modo, Durango (2015) evidenció que el laboratorio constituye una estrategia didáctica alternativa capaz de desarrollar competencias básicas en química, como la observación, el análisis y la interpretación de fenómenos. Estas conclusiones refuerzan la pertinencia de implementar secuencias experimentales en biología, como las que se proponen en este estudio, pues permiten vivenciar procesos celulares complejos como la ósmosis o la difusión.

El aprendizaje por descubrimiento también se posiciona como un modelo relevante dentro de las ciencias naturales. Eleizalde, Parra, Palomino, Reyna y Trujillo (2010) sostienen que este enfoque promueve la autonomía y el pensamiento crítico, ya que los estudiantes no reciben el

conocimiento de manera pasiva, sino que lo descubren a través de la interacción con problemas y fenómenos concretos. En el caso del transporte a través de membrana, este modelo se aplica cuando los estudiantes experimentan con diferentes soluciones, observan los cambios y generan explicaciones basadas en sus hallazgos. Así, la investigación se enmarca dentro de esta perspectiva al favorecer el descubrimiento guiado como estrategia central para el aprendizaje.

De acuerdo con Curtis (2010), comprender la célula y sus procesos básicos implica un desafío conceptual para los estudiantes, ya que se trata de fenómenos invisibles a simple vista y de gran complejidad. Los modelos didácticos que integran recursos experimentales ofrecen una solución a esta dificultad, al trasladar procesos microscópicos a experiencias tangibles. En la presente investigación, se aprovechan materiales accesibles, como membranas semipermeables y soluciones de distinta concentración, para que los estudiantes visualicen de manera indirecta los procesos de transporte celular, lo cual favorece la comprensión y la retención del conocimiento.

La incorporación de estrategias experimentales también fortalece la conexión entre ciencia, tecnología y sociedad. García, Magaña y Vásquez (2014) enfatizan que la enseñanza de las ciencias debe promover actitudes responsables frente a la problemática socioambiental, integrando la indagación con la toma de decisiones éticas. En este sentido, una secuencia experimental sobre transporte celular no solo desarrolla competencias conceptuales, sino que también contribuye a generar conciencia sobre la importancia de la biología en procesos de salud, nutrición y sostenibilidad, aspectos relevantes para la formación integral de los estudiantes.

Furman (2016), en su obra *Educar mentes curiosas*, subraya la importancia de despertar y mantener la curiosidad científica desde edades tempranas. Para ello, señala que las experiencias de laboratorio deben diseñarse como espacios de exploración que conecten con los intereses de los estudiantes. Esta perspectiva coincide con la lógica de la investigación, en la cual la secuencia experimental busca captar el interés de los estudiantes de grado sexto, ofreciéndoles actividades desafiantes y motivadoras que les permitan explorar el funcionamiento celular de manera activa y significativa.

Los modelos didácticos, además, deben atender a la diversidad de los estudiantes. Flórez (2008) plantea que las experiencias educativas deben considerar el desarrollo afectivo, cognitivo y social de los niños, ya que el aprendizaje no se limita al dominio conceptual, sino que también implica dimensiones emocionales y actitudinales. De igual manera, la experimentación en

ciencias permite atender distintos ritmos de aprendizaje, ya que cada estudiante puede aproximarse al fenómeno desde su propia experiencia, generando explicaciones y conclusiones personales que luego se comparten en el trabajo grupal.

Por último, el diseño de estrategias experimentales debe estar acompañado de un proceso riguroso de investigación y documentación. Félix (1998) destaca la importancia de la investigación documental como soporte para la planificación didáctica, ya que permite fundamentar las decisiones pedagógicas en marcos teóricos sólidos y evidencias empíricas. La secuencia experimental que se plantea en esta investigación se nutre de este enfoque, al estar respaldada por antecedentes, teorías constructivistas y lineamientos curriculares que garantizan su pertinencia y aplicabilidad en el aula.

En conclusión, los modelos didácticos y las estrategias experimentales constituyen pilares fundamentales para el aprendizaje de las ciencias naturales. El constructivismo, el aprendizaje por descubrimiento, la experimentación de laboratorio y la integración de ciencia, tecnología y sociedad ofrecen un marco robusto para innovar en la enseñanza del transporte a través de membrana. Esta investigación se articula con dichos enfoques, al proponer una secuencia experimental que responde a las necesidades de los estudiantes, fortalece la competencia de indagación y contribuye a la formación de ciudadanos críticos, curiosos y científicamente alfabetizados.

1.5.3 La competencia científica y el transporte celular como eje de la formación en educación básica

La competencia científica se entiende como la capacidad de los estudiantes para utilizar el conocimiento científico con el fin de comprender fenómenos, formular preguntas, diseñar investigaciones, analizar evidencias y tomar decisiones fundamentadas. Según Gil Pérez (1994), la ciencia escolar no debe reducirse a una mera transmisión de contenidos, sino convertirse en un espacio de construcción de saberes que guíe al alumno a pensar y actuar como un científico en formación. Esto supone integrar la observación, la indagación y la argumentación en el aula, de modo que los estudiantes comprendan no solo qué es la ciencia, sino también cómo se produce el conocimiento científico.

Desde la perspectiva epistemológica, García (2006) sostiene que el conocimiento científico es una construcción histórica y social, mediada por teorías que buscan explicar la realidad. Esto implica que el aula debe ofrecer oportunidades para que los estudiantes participen en pequeños procesos de investigación, en los que elaboren hipótesis, las contrasten y reflexionen sobre los resultados. En esta investigación, la competencia científica se aborda a partir del concepto de transporte celular, un fenómeno biológico que permite conectar la teoría con la práctica a través de experiencias experimentales. Observar cómo una célula u organismo regula el paso de sustancias a través de su membrana brinda un escenario ideal para ejercitar el pensamiento científico en la educación básica.

La construcción de la competencia científica está estrechamente ligada a modelos constructivistas del aprendizaje. Von Glasersfeld (1993), al retomar a Piaget, argumenta que el conocimiento no se descubre de manera pasiva, sino que se construye activamente en interacción con el medio. Por ello, es necesario que la enseñanza de la biología, y particularmente del transporte celular, parta de experiencias que los estudiantes puedan manipular y analizar. Al realizar prácticas de laboratorio con membranas semipermeables, los estudiantes no solo observan cambios visibles (como la variación en la masa de una bolsa de diálisis), sino que elaboran inferencias y explicaciones fundamentadas. Así, la competencia científica se forma al vincular el hacer con el pensar.

Gil Pérez (1993) insiste en la importancia de la historia y la filosofía de la ciencia para entender cómo se construye el conocimiento. Esto resulta clave en la enseñanza del transporte celular, pues permite mostrar que los descubrimientos en biología celular fueron producto de observaciones sistemáticas, discusiones teóricas y validaciones experimentales. Explicar cómo se desarrollaron los modelos de membrana desde el mosaico fluido hasta la comprensión moderna de los transportadores ayuda a los estudiantes a comprender que la ciencia es dinámica, cambiante y fundamentada en la indagación. Tal perspectiva fortalece la competencia científica al mostrar la ciencia como un proceso vivo y no como un conjunto de verdades inmutables.

Golombek (2008) enfatiza que enseñar ciencias supone un tránsito constante entre el laboratorio y el aula, y viceversa. Esto implica que la experimentación no puede ser un episodio aislado, sino que debe integrarse como estrategia pedagógica en el currículo escolar. En la investigación que nos ocupa, el laboratorio se convierte en el espacio donde los estudiantes ponen a prueba sus hipótesis sobre el transporte celular, utilizando datos y observaciones que

luego deben analizar críticamente en clase. De esta manera, el aprendizaje trasciende la memorización de conceptos para consolidarse en prácticas que fortalecen la competencia científica.

Ahora bien, el desarrollo de esta competencia también implica reconocer la diversidad de capacidades cognitivas presentes en los estudiantes. Gardner (1993), con su teoría de las inteligencias múltiples, recuerda que los alumnos no aprenden de la misma manera, sino que poseen potencialidades diversas: lógico-matemáticas, lingüísticas, espaciales, interpersonales, entre otras. Al diseñar secuencias experimentales sobre transporte celular, es posible integrar estas inteligencias, por ejemplo, al pedir a los estudiantes que representen gráficamente los cambios en la concentración de soluciones, expliquen los fenómenos con sus propias palabras o trabajen colaborativamente en el análisis de los resultados. Así, la competencia científica se construye de manera inclusiva, atendiendo a diferentes estilos de aprendizaje.

El realismo epistemológico también ofrece un aporte relevante a este debate. González (2011) sostiene que la ciencia busca explicar la realidad de forma objetiva, pero siempre mediada por teorías que interpretan los hechos. En este sentido, enseñar el transporte celular no significa simplemente mostrar lo que ocurre en una célula, sino también dar a los estudiantes herramientas para interpretar esos fenómenos y relacionarlos con su vida cotidiana. Por ejemplo, comprender la ósmosis no solo es importante para la biología celular, sino que permite entender procesos cotidianos como la conservación de alimentos o la deshidratación en los seres vivos.

Los estudios sobre indagación escolar han demostrado que los estudiantes necesitan guías claras sobre las etapas del proceso científico. González y Torija (2015) señalan que muchos futuros docentes perciben la indagación como un procedimiento complejo que requiere de planificación cuidadosa: formular preguntas, diseñar experimentos, recolectar datos, analizarlos y comunicar conclusiones. Al trabajar el transporte celular mediante prácticas experimentales, los estudiantes de básica se entrenan en estas etapas, desarrollando progresivamente la competencia científica en un entorno guiado y contextualizado.

Granata, Chada y Barale (2000) afirman que la enseñanza y la didáctica deben construir una nueva relación en la que el aula se convierta en un espacio de problematización, reflexión y acción. La enseñanza del transporte celular responde a esta lógica, en la medida en que se convierte en un problema real para los estudiantes: ¿qué ocurre con una célula en un medio hipertónico o hipotónico? Este tipo de preguntas activa la curiosidad y fomenta la construcción

de explicaciones basadas en evidencias. La competencia científica se consolida precisamente en este cruce entre la pregunta, la experimentación y la argumentación.

Finalmente, el empirismo lógico y las críticas al dogmatismo también deben considerarse. Guerrero (2015) recuerda que el empirismo lógico valoró la verificación como criterio central del conocimiento científico, mientras que Henao (2011) advierte sobre el riesgo del dogmatismo en la enseñanza, cuando se presentan los contenidos como verdades absolutas. Frente a esto, la investigación propone una enseñanza del transporte celular que evita el dogmatismo, al promover la experimentación y la validación de hipótesis en el aula. De esta manera, los estudiantes aprenden que la ciencia es un proceso abierto, revisable y en constante construcción, lo cual fortalece su competencia científica.

En conclusión, la competencia científica en la educación básica se construye mediante estrategias que integran la epistemología de la ciencia, el constructivismo, la historia de la ciencia y la experimentación escolar. El transporte celular se convierte en un eje privilegiado para esta formación, ya que permite conectar la teoría con la práctica, generar preguntas investigables y construir explicaciones basadas en evidencias. De esta manera, la investigación aquí planteada se fundamenta en la convicción de que la enseñanza de la biología debe formar no solo en conceptos, sino en competencias científicas que habiliten a los estudiantes para comprender, indagar y transformar su realidad.

1.6 Marco conceptual

1.6.1 Ciencia

La ciencia puede entenderse como un sistema de conocimientos construidos a partir de la observación, la experimentación y la explicación de los fenómenos naturales. Bunge (1992) señala que la ciencia no se limita a acumular hechos, sino que busca explicarlos a través de teorías coherentes y verificables, basadas en la contrastación de hipótesis. Así, la ciencia constituye una actividad humana colectiva, dinámica y en constante revisión.

En el contexto educativo, la enseñanza de la ciencia requiere no solo transmitir contenidos, sino también acercar a los estudiantes a la forma en que se produce el conocimiento científico. Acevedo (2008) destaca que la didáctica de las ciencias debe recuperar la naturaleza de la ciencia, es decir, el proceso investigativo que incluye la formulación de preguntas, el uso de evidencias y la validación de resultados.

Para el grado sexto, los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) establecen que los estudiantes deben comprender el funcionamiento básico de la célula, en particular procesos como el transporte a través de membrana. Esto implica desarrollar competencias más allá de la memorización, fomentando habilidades de indagación y pensamiento crítico, en coherencia con los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales del MEN, que exigen “formular preguntas investigables y usar evidencias para explicar fenómenos” (MEN, 2004).

1.6.2 Indagación científica

La indagación científica se concibe como el proceso mediante el cual los estudiantes formulan preguntas, diseñan procedimientos, recolectan datos, elaboran explicaciones y comunican conclusiones. Según ANEP-CEIP (2016), el modelo de enseñanza por indagación busca que los estudiantes aprendan ciencias haciendo ciencia, superando el enfoque memorístico.

En la investigación, la indagación constituye el núcleo central, ya que se pretende fortalecer esta competencia en estudiantes de grado sexto a través de una secuencia experimental. Alegría (2013) señala que la exploración y experimentación del entorno natural son estrategias potentes para promover aprendizajes significativos en ciencias, pues los estudiantes relacionan la teoría con la práctica y desarrollan habilidades cognitivas superiores.

Los DBA de grado sexto proponen que los estudiantes logren explicar el rol de la membrana plasmática en el mantenimiento del equilibrio celular. Para alcanzar este aprendizaje, deben “formular hipótesis” y “comprobarlas experimentalmente”, lo cual se conecta directamente con la indagación como estrategia para desarrollar los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, enfocados en observar, analizar y explicar fenómenos del entorno vivo.

1.6.3 Secuencia didáctica

Una secuencia didáctica es un conjunto organizado de actividades planificadas con un propósito formativo, estructuradas de manera progresiva para facilitar el aprendizaje. Almarza (2002) señala que el término secuencia implica orden y continuidad, de modo que las experiencias de aprendizaje no sean aisladas, sino articuladas en torno a un objetivo común.

En el marco de esta investigación, la secuencia didáctica se diseña bajo la metodología de la indagación, con fases que incluyen la problematización, la experimentación, la

sistematización de datos y la elaboración de conclusiones. Alcaldía Mayor de Bogotá (2016) enfatiza que la planificación de secuencias en ciencias debe responder al currículo, pero también generar escenarios de exploración que despierten la curiosidad del estudiante

Este concepto es esencial porque el DBA de grado sexto orienta a que los estudiantes comprendan procesos celulares mediante actividades experimentales. La secuencia didáctica propuesta articula este derecho de aprendizaje con los Estándares Básicos de Competencias, asegurando que los estudiantes pasen de la simple observación a la explicación de fenómenos biológicos como la difusión y la ósmosis.

1.6.4 Transporte a través de membrana

El transporte a través de membrana hace referencia al conjunto de procesos por los cuales las sustancias entran y salen de la célula, manteniendo su equilibrio interno. Según Antón (2016), comprender estos mecanismos es esencial para reconocer la célula como unidad funcional de la vida. Entre los procesos principales se encuentran la difusión simple, la difusión facilitada, la ósmosis y el transporte activo.

Dentro de la investigación, este tema se convierte en el eje de la secuencia experimental, ya que permite observar fenómenos directamente a través de experiencias de laboratorio sencillas (como el uso de membranas semipermeables o soluciones de distinta concentración). Alegría (2013) afirma que estas prácticas son especialmente significativas, pues los estudiantes logran evidenciar cambios concretos que les ayudan a comprender un fenómeno abstracto.

El DBA de grado sexto establece que los estudiantes deben “explicar cómo el transporte a través de membrana permite mantener el equilibrio interno de la célula”. Los Estándares Básicos complementan este propósito, al exigir que los estudiantes comprendan la célula como un sistema abierto que interactúa con su entorno, logrando explicar procesos en términos de evidencias experimentales.

1.6.5 Aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo, según Araya (2014), ocurre cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera no arbitraria con los saberes previos del estudiante, permitiendo construir un sentido profundo y funcional. Se diferencia del aprendizaje memorístico porque los conceptos adquiridos pueden aplicarse a nuevas situaciones.

La investigación busca generar un aprendizaje significativo en torno al transporte celular, al vincular conceptos abstractos con actividades experimentales que permitan a los estudiantes comprender los procesos desde la práctica. Acevedo (2008) sostiene que este tipo de aprendizaje en ciencias promueve no solo la retención de contenidos, sino la construcción de modelos conceptuales duraderos.

En relación con los DBA y Estándares, el aprendizaje significativo garantiza que los estudiantes no se limiten a recitar definiciones, sino que logren explicar fenómenos biológicos y establecer relaciones causales. Esto responde a la exigencia de que en grado sexto los aprendizajes se orienten a la comprensión de la célula como un sistema dinámico y no a la memorización fragmentada.

1.6.6 Competencia científica

La competencia científica se define como la capacidad de utilizar los conocimientos científicos para identificar problemas, plantear hipótesis, tomar decisiones y comunicar resultados. Bartolomé (1979) subraya que esta competencia integra tanto valores como habilidades cognitivas, pues implica una actitud crítica frente al conocimiento.

En la presente investigación, se busca fortalecer la competencia científica en su dimensión de indagación, vinculando el trabajo experimental con la explicación de fenómenos celulares. ANEP-CEIP (2016) sostiene que el modelo de enseñanza por indagación es uno de los enfoques más efectivos para desarrollar esta competencia, ya que sitúa al estudiante como protagonista de su aprendizaje.

Los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales en Colombia indican que los estudiantes deben aprender a “observar, recolectar y organizar información” para explicar fenómenos naturales. Al trabajar el transporte a través de membrana mediante prácticas experimentales, se potencia esta competencia en coherencia con los DBA, que plantean como meta explicar el rol de la membrana plasmática.

1.6.7 Laboratorio escolar

El laboratorio escolar es un espacio didáctico que posibilita el encuentro entre teoría y práctica, permitiendo a los estudiantes realizar experimentos, comprobar hipótesis y vivenciar los procesos de la ciencia. Séré (2002) indica que el laboratorio no solo desarrolla conocimientos

prácticos, sino que también fomenta actitudes positivas hacia la ciencia, como la perseverancia y la rigurosidad.

En esta investigación, el laboratorio es el escenario privilegiado para la implementación de la secuencia experimental. Como plantea Alegría (2013), el trabajo experimental brinda experiencias que activan la curiosidad, la observación y la reflexión, convirtiéndose en un recurso central para enseñar ciencias de manera activa y significativa.

En relación con los DBA de sexto grado, el laboratorio posibilita que los estudiantes comprendan la función de la membrana celular mediante la práctica, lo que se conecta con los Estándares Básicos de Competencias, que demandan la capacidad de analizar fenómenos naturales a partir de la evidencia empírica. El laboratorio escolar, por tanto, se convierte en el puente entre los objetivos curriculares y la experiencia real del aprendizaje de la ciencia.

1.7 Marco Legal

El marco legal constituye la base normativa que orienta y respalda la investigación, en tanto delimita los principios, políticas y lineamientos que rigen la enseñanza de las ciencias en contextos escolares. En el ámbito internacional, organismos como la UNESCO han establecido que la educación científica es un derecho fundamental y una condición esencial para el desarrollo sostenible, al promover competencias que permitan a los ciudadanos comprender fenómenos, tomar decisiones y participar activamente en la sociedad del conocimiento (UNESCO, 2015). En la misma línea, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas, señala en su Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4) la necesidad de garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, subrayando la importancia del acceso a aprendizajes relacionados con la ciencia, la tecnología y la innovación desde la educación básica (Naciones Unidas, 2015).

Adicionalmente, las evaluaciones internacionales como el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), promovido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), han incidido en la definición de políticas educativas de muchos países al evidenciar las brechas en el aprendizaje científico y en la competencia de indagación. Los informes de PISA han insistido en que el éxito educativo no se limita a la transmisión de contenidos, sino a la capacidad de los estudiantes para transferir sus aprendizajes y utilizarlos en la solución de problemas reales, lo cual constituye un fundamento legal y político para que los Estados adopten enfoques basados en indagación y experimentación (OCDE, 2023).

En el contexto nacional colombiano, el marco legal se sustenta en la Constitución Política de 1991, que en su artículo 67 establece la educación como un derecho fundamental y un servicio público que debe formar a los ciudadanos en el respeto a los derechos humanos, la paz y la democracia, además de fomentar la investigación y la práctica científica. En coherencia, la Ley General de Educación 115 de 1994 define la educación básica como el espacio para garantizar la adquisición de conocimientos fundamentales y el desarrollo de competencias que permitan comprender la naturaleza y la sociedad, destacando en los artículos 21 y 22 la importancia de la enseñanza de las ciencias naturales con un enfoque de experimentación y aplicación.

A nivel curricular, el Decreto 1290 de 2009 establece lineamientos de evaluación que promueven la valoración integral de los aprendizajes, incentivando la observación de procesos y no únicamente la memorización de contenidos. Complementariamente, los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales (MEN, 1998) y los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental (MEN, 2004) orientan a los docentes hacia prácticas pedagógicas que fortalezcan la capacidad de indagación, el uso de evidencias y el diseño de experimentos como base para la comprensión científica. Más recientemente, los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA, 2016) precisan que, en grado sexto, los estudiantes deben comprender el funcionamiento de la célula y procesos fundamentales como el transporte a través de membrana, destacando la experimentación como estrategia didáctica esencial para alcanzar este objetivo.

Por otra parte, la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONPES 3582 de 2009) y la Misión de Sabios (2019) subrayan la importancia de fortalecer la educación científica desde los primeros niveles, señalando que la enseñanza basada en la indagación contribuye a la formación de ciudadanos críticos y a la consolidación de una cultura científica en el país. Estos marcos normativos se conectan directamente con la presente investigación, al impulsar propuestas innovadoras que integren el laboratorio escolar y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como recursos pedagógicos para la enseñanza de la biología.

Finalmente, el marco legal a nivel internacional y nacional converge en una misma dirección: garantizar que los estudiantes tengan oportunidades reales para aprender ciencias a través de metodologías activas y prácticas experimentales. En el plano internacional, la UNESCO y la ONU enfatizan la ciencia como un derecho y como parte de la educación para el desarrollo sostenible; mientras que, en el plano nacional, la Constitución, la Ley 115 de 1994, el Decreto

1290 de 2009, los Lineamientos Curriculares, los Estándares Básicos y los DBA proporcionan las directrices legales y pedagógicas para implementar una propuesta de enseñanza centrada en la indagación científica. Este marco legal legitima la investigación al tiempo que orienta sus acciones hacia el cumplimiento de los principios de calidad, equidad y pertinencia en la educación científica.

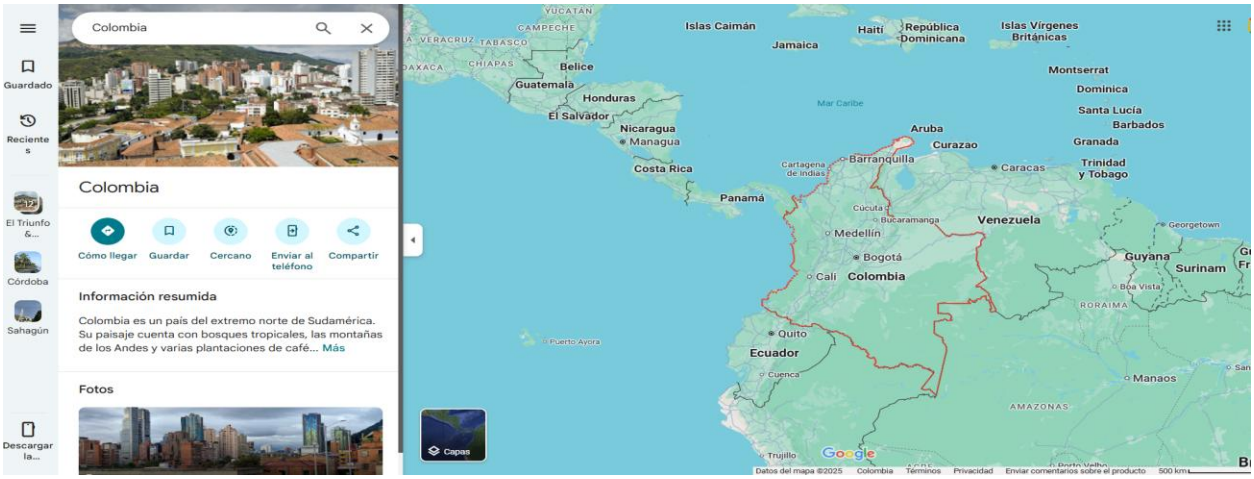
1.8 Marco contextual

La educación en Colombia (ver figura 4) se encuentra en un proceso constante de transformación, orientado a garantizar una formación integral que responda a las demandas del siglo XXI. Según el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2019), el sistema educativo colombiano busca desarrollar en los estudiantes competencias que les permitan participar activamente en la sociedad, con una visión crítica y capacidad de resolución de problemas. En este marco, las Ciencias Naturales ocupan un lugar fundamental, ya que fomentan la indagación, la experimentación y la construcción de explicaciones basadas en la evidencia, aspectos indispensables para formar ciudadanos científicamente alfabetizados. No obstante, las brechas de calidad y cobertura persisten entre regiones, lo que demanda estrategias innovadoras para fortalecer el aprendizaje de las ciencias en las instituciones educativas públicas.

Figura 4.

Ubicación de Colombia

Fuente: googlemaps



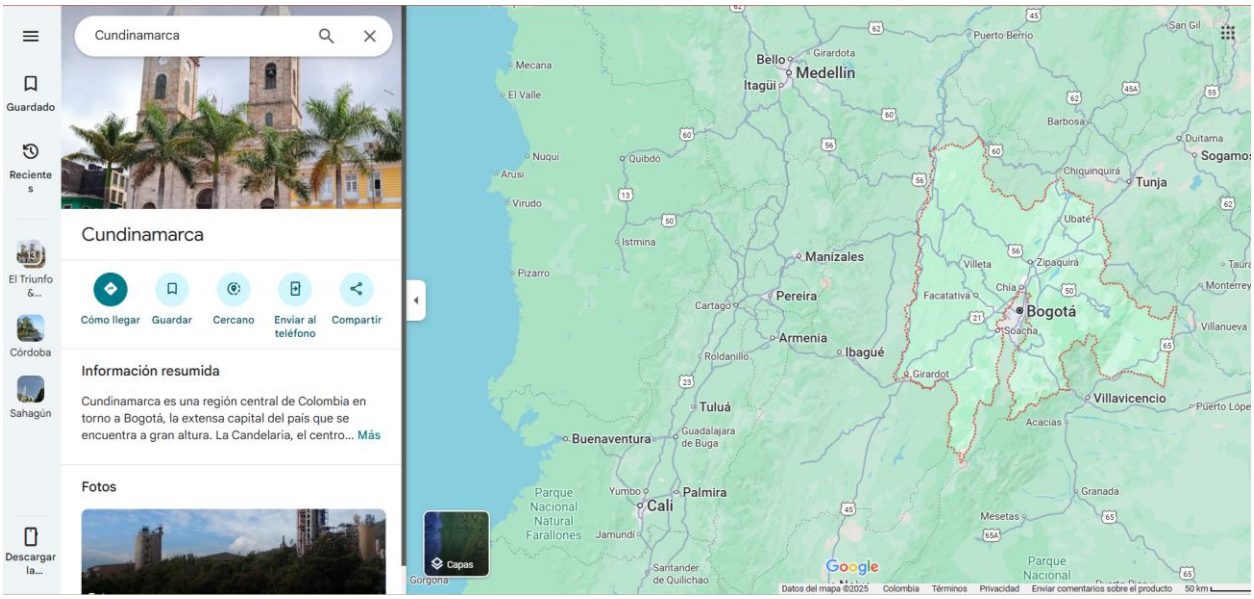
Fuente: googlemaps

En el ámbito departamental, Cundinamarca (ver figura 5) representa una de las regiones con mayor relevancia para la educación en Colombia, al integrar tanto áreas urbanas altamente desarrolladas como zonas rurales con condiciones particulares. El Departamento cuenta con 116 municipios y se caracteriza por su diversidad geográfica, que incluye planicies, montañas y zonas rurales dispersas (Gobernación de Cundinamarca, 2021). En términos educativos, Cundinamarca ha implementado planes estratégicos para fortalecer la calidad de la enseñanza en áreas fundamentales como matemáticas y ciencias, reconociendo que la educación rural enfrenta desafíos relacionados con la falta de infraestructura adecuada, limitaciones tecnológicas y desigualdades socioeconómicas. Estos factores influyen directamente en el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes.

Figura 5.

Ubicación del departamento de Cundinamarca

Fuente: googlemaps



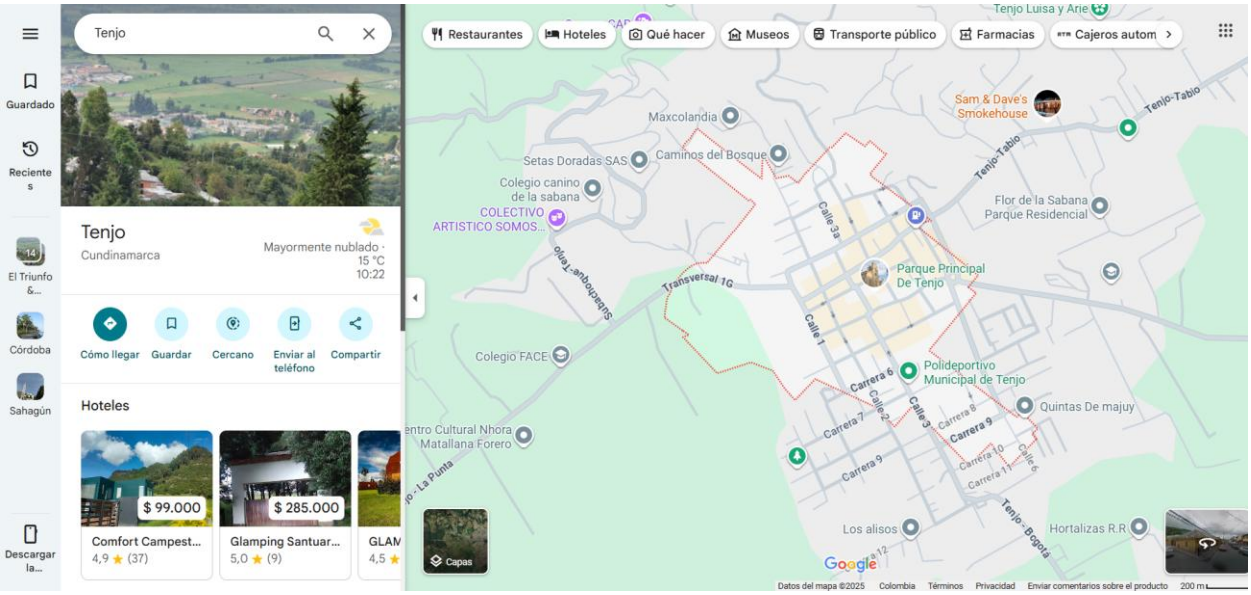
Dentro del departamento, el municipio de Tenjo (ver figura 6) se ubica en la Sabana Centro, a 27 kilómetros de Bogotá. Limita con los municipios de Tabio, Subachoque, Cota y Chía. Se encuentra a una altitud promedio de 2.587 metros sobre el nivel del mar y presenta un clima frío de montaña, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 18 grados centígrados (Alcaldía de

Tenjo, 2022). Su población, cercana a los 30.000 habitantes, combina características urbanas y rurales, con una fuerte tradición agrícola y pecuaria. En el ámbito educativo, Tenjo cuenta con instituciones oficiales y privadas, que atienden principalmente a población estudiantil de estratos socioeconómicos medios y bajos. La educación rural es predominante en varias de sus veredas, lo cual plantea retos en el acceso a recursos pedagógicos, tecnológicos y experimentales para la enseñanza de las ciencias.

Figura 6.

Ubicación del municipio de Tenjo

Fuente: googlemaps



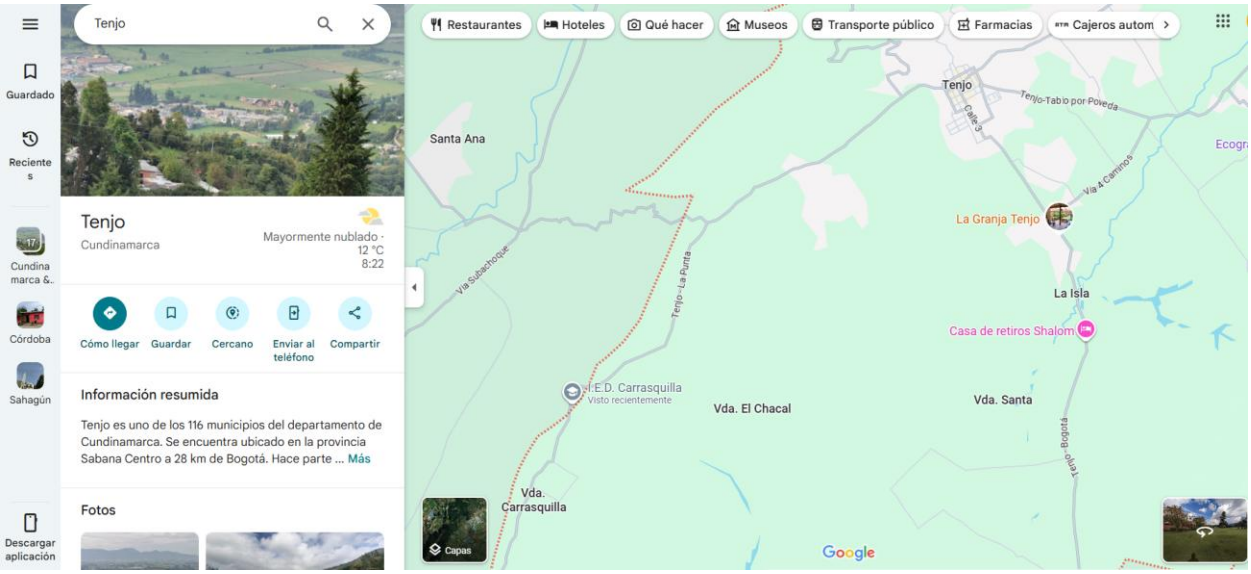
En este contexto se ubica la Institución Educativa Departamental Rural Carrasquilla (ver figura 7), objeto central de la investigación. Esta institución se encuentra en la zona rural de Tenjo y presta servicios educativos desde la básica primaria hasta la media, atendiendo a población de origen campesino y de condiciones socioeconómicas diversas. La IED Rural Carrasquilla se caracteriza por su compromiso con el fortalecimiento de la calidad educativa, a pesar de las limitaciones de infraestructura y de acceso a recursos didácticos especializados. De acuerdo con el Plan de Mejoramiento Institucional (PMI, 2023), una de sus principales metas es promover metodologías activas que favorezcan el aprendizaje de las ciencias naturales, dado que los

resultados en pruebas internas y externas han mostrado bajos niveles de desempeño en competencias relacionadas con la indagación y la resolución de problemas.

Figura 7.

Ubicación de la Institución Educativa Departamental Rural Carrasquilla

Fuente: googlemaps



La ubicación geográfica de la institución, en un entorno rural, influye directamente en las dinámicas pedagógicas. Por un lado, ofrece un contacto cercano con la naturaleza, que puede aprovecharse como recurso didáctico para la enseñanza de la biología. Por otro lado, la distancia a centros urbanos y la limitada infraestructura tecnológica representan un desafío para la implementación de estrategias innovadoras. En este sentido, la propuesta de una secuencia experimental sobre el transporte a través de membrana busca responder a estas condiciones, aprovechando recursos accesibles y contextualizados para fortalecer la competencia científica de los estudiantes de grado sexto.

Finalmente, el marco contextual evidencia que la problemática identificada en la IED Rural Carrasquilla no es un caso aislado, sino que se inserta en un panorama más amplio de retos educativos a nivel nacional y departamental. Colombia y Cundinamarca enfrentan el desafío de mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias, y municipios como Tenjo reflejan la necesidad de metodologías activas y experimentales que logren motivar a los estudiantes y mejorar sus aprendizajes. Así, la investigación propuesta adquiere pertinencia, ya que responde tanto a las

políticas educativas nacionales como a las necesidades específicas de la comunidad educativa local.

1.8.1 Población y muestra

La población de este estudio estuvo conformada por los estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Departamental Rural Carrasquilla, ubicada en el municipio de Tenjo, Cundinamarca. Este nivel escolar resulta especialmente relevante, pues los estudiantes se encuentran en una etapa de transición hacia aprendizajes más abstractos en Ciencias Naturales, donde se consolidan las bases para la formación de competencias científicas. La muestra total estuvo integrada por 40 estudiantes, distribuidos en dos cursos intactos: 601 con 22 estudiantes y 602 con 18 estudiantes, todos en un rango de edad de 10 a 12 años. Esta franja etaria se caracteriza por la curiosidad natural, la disposición hacia el aprendizaje activo y la necesidad de experiencias concretas para comprender fenómenos como el transporte celular.

En un inicio se registró la distribución por sexo (niños y niñas), pero este factor no constituye una variable de análisis central en la investigación. La información se conserva de manera descriptiva, sin que ello guíe los resultados, dado que el propósito principal del estudio es valorar el impacto de la secuencia experimental en el desarrollo de competencias de indagación. Por esta razón, los datos se interpretan y presentan en su mayoría a partir del total de estudiantes, reservando la desagregación por sexo únicamente como referencia contextual o variable de control.

Es importante destacar que los dos cursos no fueron tratados de la misma manera, pues existió una diferenciación intencional en los roles asignados a cada grupo. El grado 601 fue designado como grupo experimental, recibiendo la secuencia didáctica diseñada y participando tanto en el pretest como en el postest. Por su parte, el grado 602 actuó como grupo de comparación o control, aplicando únicamente el pretest y el postest sin desarrollar la secuencia. Esta decisión metodológica se fundamentó en la necesidad de contar con un referente que permitiera medir con mayor precisión el impacto de la intervención, evitando que todos los estudiantes tuvieran la misma experiencia y asegurando así la validez de la comparación.

La elección de trabajar con grupos intactos, en lugar de asignaciones individuales, responde a la dinámica escolar y a la conveniencia de preservar la organización de los cursos, evitando alteraciones en los horarios y en la convivencia académica. Asimismo, se redujo el riesgo de “contaminación” entre los grupos, ya que los estudiantes del curso experimental

podrían transmitir conocimientos o experiencias a sus compañeros del grupo control si compartieran espacios o actividades. En síntesis, este diseño cuasi-experimental con grupos naturales permitió garantizar comparabilidad entre ambos cursos y, al mismo tiempo, responder de manera ética y pedagógicamente viable a las condiciones reales de la institución..

Capítulo III: Marco Metodológico

El capítulo expuso el marco metodológico que orientó la investigación, estableciendo los lineamientos que garantizaron su coherencia, rigurosidad y pertinencia. En primer lugar, se definió el paradigma desde el cual se abordó el estudio, así como el enfoque y el alcance, que permitieron precisar la perspectiva de análisis y los objetivos perseguidos. Posteriormente, se describió el diseño de investigación, que articuló de manera sistemática las acciones a seguir para responder a la pregunta problema. De igual forma, se detallaron las técnicas e instrumentos de recolección de información, seleccionados para obtener datos válidos y confiables, y se explicó el proceso de análisis de la información, orientado a contrastar los resultados con los referentes teóricos y contextuales. Asimismo, se especificaron las variables de la investigación, diferenciando la dependiente y la independiente, y finalmente se presentaron las fases del estudio, que organizaron de manera secuencial el desarrollo del proyecto. De esta forma, el capítulo consolidó la base metodológica que sustentó la propuesta de una secuencia experimental para fortalecer la competencia de indagación en la enseñanza del transporte a través de membrana en estudiantes de grado sexto.

1.9 Paradigma

La investigación se inscribió en el paradigma interpretativo, el cual buscó comprender y explicar fenómenos educativos a partir de la interpretación del contexto, de las experiencias de los participantes y de los significados que emergieron de la práctica pedagógica. Según Cohen y Gómez (2019), este paradigma reconoció que el conocimiento en ciencias sociales y educativas no se construye desde la objetividad absoluta, sino a través de la interacción entre investigador, participantes y entorno. En este sentido, el paradigma interpretativo se ajustó al propósito del estudio, ya que pretendió comprender cómo una secuencia experimental podía fortalecer la competencia de indagación en los estudiantes, considerando no solo los resultados cuantitativos, sino también las percepciones y experiencias cualitativas que surgieron en el proceso.

1.10 Enfoque y alcance

El enfoque de la investigación fue mixto, ya que combinó elementos cuantitativos y cualitativos. Como señaló Hernández (2014), los enfoques mixtos permitieron integrar la precisión de los datos numéricos con la riqueza de la interpretación de significados, generando

una visión más amplia y profunda de los fenómenos educativos. En el plano cuantitativo, se aplicaron instrumentos como el pretest y el postest para medir el impacto de la intervención; mientras que en el plano cualitativo, se emplearon entrevistas semiestructuradas y encuestas que recogieron percepciones y valoraciones de docentes y estudiantes.

El alcance de la investigación fue descriptivo, pues buscó caracterizar la situación inicial de los estudiantes respecto a la competencia de indagación y describir los cambios producidos tras la implementación de la secuencia experimental. Según Baena (2017), la investigación descriptiva permitió detallar de manera sistemática características y comportamientos observables de una población o fenómeno, sin llegar necesariamente a establecer relaciones causales absolutas, lo cual resultó coherente con los objetivos planteados..

1.11 Diseño de investigación

El diseño adoptado correspondió a la investigación-acción educativa, que según Elliott (1993) constituyó una metodología orientada a mejorar la práctica docente mediante procesos reflexivos, sistemáticos y colaborativos. La investigación-acción combinó la producción de conocimiento con la intervención en la realidad, en un ciclo continuo de diagnóstico, acción, observación y reflexión. McKernan (1999) agregó que este diseño buscó transformar el currículo y la práctica pedagógica desde la experiencia concreta del aula, con la participación activa de los actores educativos.

En este caso, la investigación-acción se implementó a través de una secuencia experimental sobre transporte a través de membrana, diseñada, aplicada y evaluada en estudiantes de grado sexto de la IED Rural Carrasquilla. De este modo, el estudio no se limitó a observar, sino que intervino directamente en la práctica educativa, buscando generar mejoras concretas en la competencia de indagación.

1.12 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Pretest y postest:

En este estudio, el pretest y el postest se utilizaron como instrumentos principales para medir de manera cuantitativa el nivel de competencia de indagación de los estudiantes antes y después de la intervención. Siguiendo a McMillan (2005), la aplicación de una misma prueba en dos momentos diferentes resultó fundamental para establecer comparaciones confiables y

valorar con mayor precisión el impacto de una estrategia educativa. En este caso, el pretest correspondió a la aplicación inicial del cuestionario diagnóstico, mientras que el postest fue la aplicación del mismo instrumento una vez concluida la secuencia experimental. De esta manera, se mantuvo la equivalencia entre ambas mediciones, lo que permitió identificar avances o retrocesos a partir de criterios homogéneos y reducir sesgos en el análisis.

Fue importante diferenciar este procedimiento de otras herramientas empleadas en el proceso. Además de la prueba diagnóstica, se diseñaron guías de trabajo y actividades experimentales que acompañaron la secuencia didáctica. Estas guías no formaron parte del pretest ni del postest, sino que se integraron en el diseño pedagógico como apoyo para la experimentación y la reflexión en el aula. Su propósito no fue medir directamente, sino mediar y enriquecer el aprendizaje durante la implementación. En consecuencia, los resultados cuantitativos se derivaron exclusivamente de las pruebas diagnósticas aplicadas en los dos momentos clave (antes y después), mientras que las guías y actividades aportaron información cualitativa sobre el proceso de construcción de saberes.

La decisión de emplear el mismo instrumento en el pretest y en el postest fue estratégica. Al trabajar con ítems y criterios idénticos, se aseguró que cualquier diferencia en los resultados respondiera al proceso de intervención y no a variaciones en el tipo de preguntas o en la dificultad de la prueba. Esto no solo fortaleció la validez interna del estudio, sino que también permitió un análisis comparativo más riguroso, al disponer de una línea base clara y de un punto de llegada directamente comparable. En otras palabras, el uso del mismo cuestionario facilitó comprobar con mayor certeza el impacto de la secuencia experimental sobre la competencia de indagación, otorgándole solidez metodológica al estudio.

Entrevistas semiestructuradas (anexo 2): recogen las percepciones de estudiantes y docentes respecto a la experiencia, ofreciendo datos cualitativos ricos que ayudan a interpretar los resultados (Salazar, 2022).

Encuestas: se aplican para obtener información generalizada sobre actitudes y opiniones en torno a la secuencia experimental y el aprendizaje del transporte celular (anexo 3).

Análisis bibliográfico: como lo plantea Félix (1998, citado por Armijo et al., 2021), esta técnica permite revisar y fundamentar la investigación en marcos conceptuales y antecedentes empíricos que aportan solidez teórica (anexo 4).

En este orden de ideas, la Tabla 6 presenta la relación entre los objetivos de la investigación y las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de información, lo que permite evidenciar la coherencia metodológica del estudio. En primer lugar, para diagnosticar el nivel de desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes de grado 601 y 602, se recurrió a la observación directa y a una evaluación diagnóstica que incluyó un pretest escrito y una lista de cotejo. Posteriormente, el diseño de la secuencia experimental se apoyó en el análisis documental y bibliográfico, con la revisión de lineamientos curriculares, derechos básicos de aprendizaje y estándares básicos de competencias, además de la elaboración de una matriz de análisis de fuentes. La implementación de la secuencia en el aula, con el apoyo de TIC como Kahoot y Quizizz, se respaldó mediante la observación participante y la aplicación de encuestas, utilizando registros de clase y cuestionarios sobre motivación y participación estudiantil. Finalmente, para evaluar el impacto de la propuesta en el fortalecimiento de la competencia de indagación, se aplicó un postest escrito, entrevistas semiestructuradas a estudiantes y docentes, así como el uso de Kahoot y Quizizz como instrumentos de retroalimentación inmediata.

Tabla 6.

Relación entre objetivos y técnicas/instrumentos de recolección de información

Objetivos de la investigación	**Técnicas de recolección de información**	**Instrumentos**
Diagnosticar el nivel de desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes de grado 601 y 602.	Observación directa Evaluación diagnóstica	Pretest (prueba escrita de conocimientos y habilidades de indagación) Lista de cotejo
Diseñar una secuencia experimental basada en la indagación para la enseñanza del transporte a través de membrana.	Análisis documental Análisis bibliográfico	Revisión de lineamientos curriculares, DBA, Estándares Básicos de Competencias Matriz de análisis de fuentes

Implementar la secuencia experimental en el aula de grado sexto, con apoyo de TIC (Kahoot y Quizizz).	Observación participante Encuesta	Registro de observación de clase Encuesta a estudiantes sobre motivación y participación
Evaluar el impacto de la secuencia experimental en el fortalecimiento de la competencia de indagación.	Entrevista semiestructurada Prueba de salida (postest)	Postest (prueba escrita) Entrevista semiestructurada a estudiantes y docentes Kahoot y Quizizz como instrumentos de retroalimentación

Nota: La Tabla 6 evidencia coherencia metodológica: cada objetivo se vincula con técnicas e instrumentos específicos para diagnóstico, diseño, implementación y evaluación.

1.13 Análisis de la información

El análisis de la información se realizó mediante dos procedimientos principales. En primer lugar, en el plano cuantitativo, se llevó a cabo una correlación entre el pretest y el postest, lo que permitió identificar avances o cambios en el nivel de competencia de indagación tras la implementación de la secuencia experimental. En segundo lugar, en el plano cualitativo, se aplicó una triangulación teórica y de resultados, es decir, la confrontación entre los datos obtenidos mediante entrevistas y encuestas con los referentes teóricos y los hallazgos previos. De acuerdo con Armijo et al. (2021), la triangulación permitió aumentar la validez y confiabilidad de los resultados, ya que combinó múltiples fuentes de evidencia para interpretar el fenómeno educativo.

1.14 Variables de la investigación

En coherencia con los objetivos planteados, las variables de la investigación son las siguientes:

Variable independiente: la secuencia experimental diseñada y aplicada para la enseñanza del transporte a través de membrana.

Variable dependiente: el nivel de desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes de grado sexto.

De acuerdo con Tacca (2011), el establecimiento de variables en investigaciones educativas permite precisar qué elementos se manipulan y cuáles se observan, facilitando la interpretación de los resultados.

1.15 Fases de la investigación

El estudio se desarrollará en varias fases, de esa misma manera se presentan los resultados de la investigación:

1. **Diagnóstico inicial**: se aplicará un pretest a los estudiantes de grado 601 y 602, con el fin de identificar su nivel de competencia de indagación. Esta fase se relaciona con el **objetivo de diagnosticar** las habilidades de los estudiantes.

2. **Diseño de la secuencia experimental**: se elaborará una propuesta didáctica basada en actividades de indagación y prácticas experimentales sobre transporte a través de membrana. Esta fase responde al **objetivo de diseñar** la secuencia.

3. **Implementación de la secuencia experimental**: se aplicará la propuesta en el aula, integrando el trabajo experimental y el uso de herramientas TIC como Kahoot y Quizizz. Esta fase corresponde al **objetivo de implementar**.

4. **Evaluación del impacto**: se aplicará un postest y se realizarán entrevistas y encuestas para valorar los cambios en la competencia de indagación, triangulando los resultados con los referentes teóricos. Esta fase responde al **objetivo de evaluar** la efectividad de la intervención.

Como señala Salazar (2022), la investigación educativa implica procesos de intervención que buscan transformar la práctica docente, por lo que cada fase está orientada no solo a obtener resultados, sino también a mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje en ciencias naturales.

Capítulo IV: Resultados y discusiones

El presente capítulo expone los resultados de la investigación y su posterior discusión en relación con los referentes teóricos y contextuales. En primera instancia, se presenta el diagnóstico inicial de la competencia de indagación en los estudiantes de grado sexto, lo que permite establecer la línea base para comprender sus fortalezas y dificultades. Posteriormente, se describe el diseño y la estructuración de la secuencia experimental sobre transporte a través de membrana, seguido por la implementación en el aula, donde se integraron actividades de laboratorio y el uso de herramientas TIC como Kahoot y Quizizz. Finalmente, se analizan los hallazgos de la evaluación del impacto de la propuesta, contrastando el pretest y el postest con las percepciones recogidas en entrevistas y encuestas. A partir de estos resultados, la discusión aborda tres ejes fundamentales: la secuencia experimental como estrategia pedagógica para promover la indagación científica, el papel de las TIC en el aprendizaje activo y la motivación estudiantil, y los aportes y proyecciones de la propuesta en la enseñanza de las Ciencias Naturales en contextos rurales. Este capítulo, por tanto, integra evidencias cuantitativas y cualitativas con un análisis crítico que permite valorar la pertinencia y el alcance de la intervención educativa.

1.16 Resultados

1.16.1 Diagnóstico inicial de la competencia de indagación en los estudiantes de grado sexto

El pretest tuvo como propósito identificar el nivel de desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes de grado sexto (grupos 601 y 602). Para este fin, se aplicó una prueba compuesta por 10 preguntas, cuyos resultados fueron procesados mediante la aplicación Zipgrade, lo que permitió calcular medidas de tendencia central y dispersión, así como realizar un análisis detallado de cada ítem (ver figura 8).

Figura 8.

Evidencias fotográficas

Nota: la imagen evidencia que los estudiantes realizaron el pretest de la mejor manera posible

.

En el grupo 1 (601), conformado por 20 estudiantes (ver tabla 7), el puntaje promedio fue de 4,3 sobre 10 (43% de aciertos), con una mediana de 4,5 puntos (45%). El puntaje mínimo fue de 0 y el máximo de 8 (80%). La desviación estándar de 1,90 mostró una dispersión moderada en los resultados, lo que refleja la heterogeneidad del grupo y la presencia de diferentes niveles de comprensión de la indagación.

Tabla 7.

Estadísticas descriptivas del desempeño del Grupo 1 (601)

Nota: La Tabla 7 evidencia que el Grupo 1 obtuvo un promedio de 4,3 (43%) con una amplia variación de resultados, desde 0 hasta 8, lo que refleja la heterogeneidad del grupo y la presencia de distintos niveles de comprensión de la indagación.

Medida	Resultado
Promedio	4,3 (43%)
Mediana	4,5 (45%)
Mínimo	0 (0%)
Máximo	8 (80%)
Desviación estándar	1,90

En la distribución porcentual, la mayoría de estudiantes se ubicó entre 45% y 50% de aciertos. Se destacó que solo un 25% del grupo alcanzó un desempeño superior al 60%, mientras que la mayoría permaneció en niveles bajos. Esto confirma una debilidad en la competencia de indagación, con pocos estudiantes mostrando un nivel satisfactorio.

El análisis por ítem (ver tabla 8) evidenció que las preguntas 5, 8, 9 y 10 tuvieron los porcentajes más bajos de acierto (5%–30%), en tanto que los mejores desempeños se dieron en las preguntas 4 (50%) y 7 (40%), lo que refleja avances parciales en habilidades específicas, pero aún insuficientes. En cuanto a las habilidades de la competencia de indagación, los resultados fueron:

Tabla 8.

Resumen por habilidades – Grupo 1 (601)

Nota: La Tabla 8 muestra que, en el Grupo 1, la habilidad con mayor avance inicial fue la de explicar fenómenos naturales (60%), mientras que reconocer el carácter social de la ciencia alcanzó un nivel moderado (42%) y el diseño y evaluación de procedimientos experimentales presentó el menor desarrollo (40%), evidenciando la necesidad de fortalecer especialmente las competencias prácticas de indagación.

Habilidad evaluada	Promedio	Mediana	Máximo	Observaciones principales
Explicar fenómenos naturales a partir de la investigación científica	60%	100%	100%	Mayor comprensión inicial
Reconocer el conocimiento científico como construcción humana y social	42%	40%	80%	Nivel moderado, requiere fortalecimiento
Diseñar y evaluar procedimientos experimentales, comunicar resultados y responder a hipótesis	40%	50%	75%	Menor desarrollo, debilidad práctica

En conclusión, el Grupo 1 (601) evidenció un desempeño heterogéneo, con mejor desarrollo en la habilidad explicativa y mayores falencias en la comprensión social del conocimiento científico y en el diseño experimental.

En el grupo 2 (602), también conformado por 20 estudiantes (ver tabla 9), el desempeño fue significativamente más bajo. El promedio fue de 2,6 sobre 10 (26%), con una mediana de 2 (20%), un puntaje mínimo de 1 (10%) y un máximo de 5 (50%). La desviación estándar fue de 1,02, lo que refleja que la mayoría de los estudiantes se concentraron en los niveles más bajos del diagnóstico.

Tabla 9.

Estadísticas descriptivas del desempeño del Grupo 2 (602)

Medida	Resultado
Promedio	2,6 (26%)
Mediana	2,0 (20%)
Mínimo	1 (10%)
Máximo	5 (50%)
Desviación estándar	1,02

Nota: La Tabla 9 refleja que el Grupo 2 obtuvo un promedio de 2,6 (26%), con bajos niveles generales de desempeño y poca variabilidad entre los estudiantes.

La distribución porcentual mostró que casi la mitad del grupo (45%) se ubicó en el rango de 30–35% de aciertos, sin que ningún estudiante superara el 60%. Esto indica un desempeño generalizado bajo y homogéneo, lo cual sugiere que las dificultades no están aisladas, sino que abarcan a la mayoría del grupo.

El análisis por pregunta reflejó una marcada dificultad: los ítems 2 y 10 tuvieron los porcentajes más bajos (5% y 10% de aciertos, respectivamente). La mayoría de los ítems se ubicó entre el 25% y 30% de aciertos, mientras que las preguntas con mejor desempeño (4 y 5) apenas alcanzaron el 40%.

En relación con las tres habilidades de la competencia de indagación, los resultados fueron uniformemente bajos (ver tabla 10):

Tabla 10.

Resumen por habilidades – Grupo 2 (602)

Nota: La Tabla 10 muestra que el Grupo 2 presentó un desempeño uniforme y bajo en todas las habilidades evaluadas (26%), lo que evidencia dificultades generales en la comprensión y aplicación de la indagación científica.

Habilidad evaluada	Promedio	Rango de puntajes	Cuartiles (25-50-75)	Observaciones principales
Explicar fenómenos naturales a partir de la investigación científica	26%	10–40%	20–20–30%	Dificultad generalizada
Reconocer el conocimiento científico como construcción humana y social	26%	10–40%	20–20–30%	Débil comprensión
Diseñar y evaluar procedimientos experimentales, comunicar resultados y responder a hipótesis	26%	10–40%	20–20–30%	Débil desarrollo de la práctica científica

La comparación de los dos grupos evidencia que ambos presentan debilidades importantes en la competencia de indagación, aunque con matices distintos. El Grupo 1 mostró un nivel moderado con cierta heterogeneidad y algunos estudiantes alcanzando niveles satisfactorios, mientras que el Grupo 2 presentó un bajo desempeño generalizado y homogéneo. Estos resultados reafirman la necesidad de implementar una secuencia experimental que permita fortalecer la indagación científica, promoviendo en los estudiantes la capacidad de formular preguntas, diseñar experimentos, analizar evidencias y comunicar resultados de manera más sólida.

1.16.2 Diseño y estructuración de la secuencia experimental sobre transporte a través de membrana

El diseño de la secuencia experimental se concibió como una estrategia didáctica integral orientada a fortalecer la competencia de indagación en los estudiantes de grado sexto de la IED Rural Carrasquilla. Esta secuencia se articula con los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y con los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), que en este grado enfatizan la comprensión del papel de la membrana celular en el transporte de sustancias y en el mantenimiento del equilibrio interno de los organismos vivos.

La secuencia se diseñó bajo el enfoque del aprendizaje activo y experimental, organizando el proceso en varias sesiones que permiten a los estudiantes diagnosticar sus saberes previos, desarrollar experimentos guiados, sistematizar datos y comunicar resultados. Cada sesión responde a un propósito específico, pero todas se integran en un proceso progresivo que busca consolidar aprendizajes significativos.

La estructura de la secuencia responde también al modelo de investigación-acción educativa, ya que las actividades experimentales se convierten en el eje de la transformación pedagógica, permitiendo al docente actuar como mediador y guía del aprendizaje (ver tabla 11).

Tabla 11.

Secuencia experimental sobre transporte a través de membrana

Nota: La Tabla 11 sintetiza la secuencia experimental de siete sesiones sobre transporte a través de membrana, organizada de forma progresiva desde la activación de saberes previos hasta la evaluación del impacto. Cada sesión articula objetivos específicos, tema central, momentos de clase, actividades y recursos sencillos, priorizando la indagación práctica (difusión, ósmosis, transporte en plantas) y el uso de TIC (Kahoot/Quizizz) para retroalimentación inmediata.

Sesión	Objetivos específicos	Tema central	Desarrollo (explicación y momentos)	Actividades	Recursos	Evaluación	Evidencias
1	Diagnosticar saberes previos y motivar el interés por el tema.	Introducción al transporte celular y funciones de la membrana.	**Inicio:** Preguntas exploratorias y lluvia de ideas sobre la célula. **Desarrollo:** Presentación de un video sobre la membrana celular y socialización de ejemplos cotidianos (ej. conservación de alimentos). **Cierre:** Elaboración de un	- Preguntas diagnósticas. - Discusión en grupos. - Mapa conceptual en cartulina.	Video educativo, cartulinas, marcadores, proyector.	Evaluación diagnóstica mediante pretest.	Mapas conceptuales iniciales, resultados de pretest.

			mapa conceptual inicial.				
2	Explicar el fenómeno de **difusión** en el transporte celular.	Difusión simple y facilitada.	**Inicio:** Presentación de la pregunta problematizadora: "¿Cómo se mueven las moléculas en la célula sin gastar energía?" **Desarrollo:** Experimento con **celofán o remolacha** para observar difusión de pigmentos. **Cierre:** Discusión de resultados y comparación con la teoría.	- Práctica experimental (difusión en remolacha). - Registro en cuaderno de laboratorio.	Bolsas de celofán, remolacha, colorantes, recipientes.	Lista de cotejo para observar el registro de datos y conclusiones.	Cuadernos de laboratorio con datos experimentales.
3	Comprender el fenómeno	Ósmosis.	**Inicio:** Pregunta guía: "¿Por qué	- Experimento de ósmosis en	Recipientes, papa/zanahoria	Rúbrica para evaluar	Tablas de datos y

	de la **ósmosis** en células vegetales.		se arrugan las verduras cuando les ponemos sal?" **Desarrollo:** Experimento de la **papa o zanahoria** en soluciones con distintas concentraciones de sal y agua destilada. **Cierre:** Construcción de gráficas de resultados.	papa. - Elaboración de tablas y gráficas.	, soluciones salinas, balanza, agua destilada.	gráficas y análisis.	gráficas elaboradas por estudiantes.
4	Identificar el transporte de agua en plantas.	Transporte en xilema y floema.	**Inicio:** Debate inicial sobre cómo llega el agua a las hojas. **Desarrollo:** Experimento del apio o plantas en	- Observación de los tallos teñidos. - Registro fotográfico y dibujo de	Apio, colorantes, recipientes, microscopio sencillo.	Cuestionario de comprensión y análisis del fenómeno.	Dibujos, registros fotográficos y cuestionarios.

			agua con colorante para evidenciar xilema y floema. **Cierre:** Relación del experimento con la teoría celular.	cortes transversales.			
5	Diferenciar entre transporte pasivo y activo.	Transporte activo.	**Inicio:** Explicación teórica breve sobre ATP y gasto de energía. **Desarrollo:** Juego de roles: estudiantes representan moléculas que cruzan o no la membrana dependiendo de la energía disponible.	- Juego de roles. - Cuadro comparativo entre transporte pasivo y activo.	Fichas de roles, cartulina, marcadores.	Evaluación del cuadro comparativo.	Cuadros comparativos elaborados en grupo.

			Cierre: Construcción de un cuadro comparativo.				
6	Integrar lo aprendido y fortalecer la comunicación científica.	Síntesis del transporte celular.	**Inicio:** Recordatorio de los experimentos realizados. **Desarrollo:** Elaboración de un informe científico grupal (introducción, materiales, procedimiento, resultados, conclusiones). **Cierre:** Exposición oral de informes.	- Redacción de informe. - Presentaciones grupales.	Cuaderno de laboratorio, computador, proyector.	Rúbrica de informe y exposición oral.	Informes grupales y presentaciones.

7	Evaluar el impacto de la secuencia experimental.	Postest y retroalimentación.	**Inicio:** Aplicación de postest con Kahoot/Quizizz. **Desarrollo:** Encuesta de percepción y entrevistas semiestructuradas. **Cierre:** Discusión general sobre aprendizajes logrados.	- Postest digital. - Encuesta y entrevistas.	Computadores o celulares, conexión a internet, formularios digitales.	Análisis comparativo pretest-postest.	Resultados de postest, encuestas y entrevistas.

El diseño y la estructuración de la secuencia experimental sobre transporte a través de membrana permiten implementar un proceso didáctico secuenciado, progresivo y coherente con los objetivos de la investigación. Cada sesión está pensada para integrar la teoría con la práctica, promover la participación activa de los estudiantes y consolidar la competencia de indagación a través de actividades experimentales, discusiones y uso de TIC. De esta manera, se garantiza que el aprendizaje del transporte celular no se limite a la memorización de conceptos, sino que se convierta en una experiencia significativa, motivadora y aplicable en contextos reales.

1.16.3 Implementación de la secuencia experimental con integración de TIC en el aula

La implementación de la secuencia experimental representó una experiencia transformadora tanto para los estudiantes como para el docente. A lo largo de siete sesiones se articularon actividades prácticas, discusiones guiadas y herramientas TIC como Kahoot y Quizizz, lo que permitió dinamizar el proceso de enseñanza–aprendizaje del transporte a través de membrana y fortalecer de manera significativa la competencia de indagación. A continuación, se presentan as actividades a desarrollar.

Material usado para la introducción de membrana y la importancia en la evolución de la vida biológica.

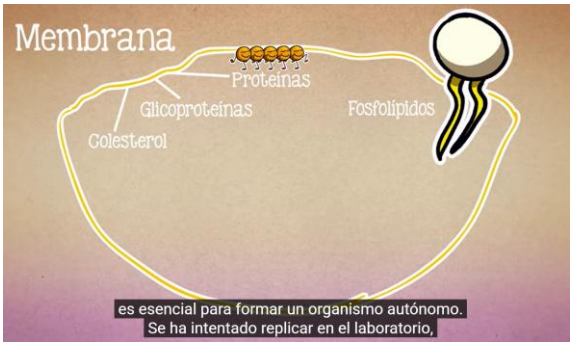
Introducción de la membrana celular en medio del eje temático dinosaurios desarrollados en los grupos 601.

Titulo: ¿Cuál fue el primer ser vivo?
https://www.youtube.com/watch?v=vHd8GJopQxY

Traza la historia desde las antiguas creencias del origen de la vida hasta algunas de las científicas modernas del origen de la vida en la tierra.

Figura 9.

Acercamiento a la fisiología celular (la membrana en el inicio de la vida)



"Descubrieron que se creaban partículas esféricas al mantener esta mezcla bajo la luz durante días o semanas. Estas partículas se denominaron *Jeewanu* en las publicaciones del equipo en la década de 1960, que también afirmaban que el *Jeewanu* podía crecer y dividirse." analogía con la realidad es un caldo de pollo dejándolo enfría , puedes observar cómo se hacen bolitas de grasa, no eslo mismo, pero acerca al estudiante a el comportamiento de los lípidos.

Figura 10

LUCA en biología es el acrónimo de Last Universal Common Ancestor

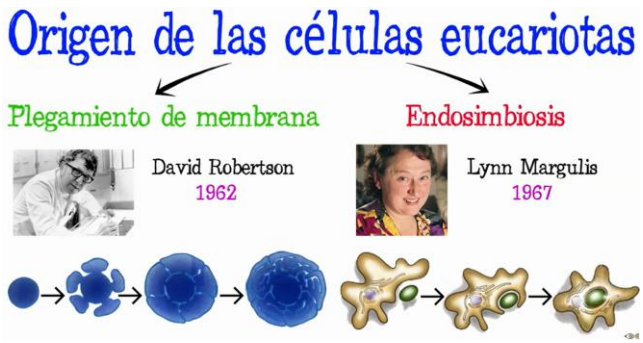
LUCA en biología es el acrónimo de Last Universal Common Ancestor (Último Ancestro Común Universal). Es considerada una hipótesis a partir del modelo científico. es un organismo conceptual cuyas características se infieren lógicamente a partir de las pruebas existentes. Es de las mejores explicaciones disponibles para el origen de la *unidad* fundamental de la vida.

2) Cómo refuerzo a la relación del concepto de célula y las teorías del origen de la vida en la tierra.

Título del vídeo: Teoría endosimbiosis y Plegamiento de membrana [Fácil y Rápido] BIOLOGÍA https://www.youtube.com/watch?v=sxYN2ljI_bg

Figura 11.

Teorías sobre la evolución de las células



Teorías sobre la evolución de las células (membranas) y la endosimbiosis: donde dos organismos se ayudan mutuamente para sobrevivir.

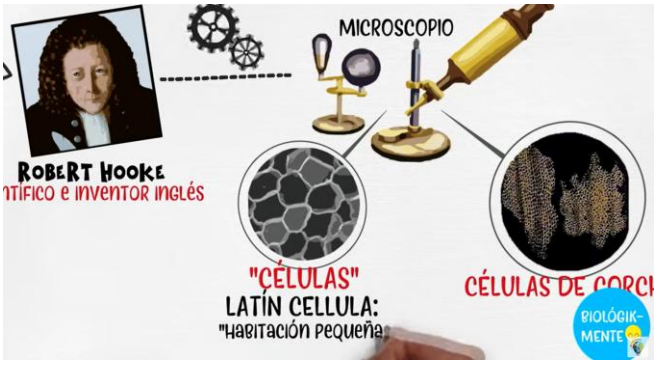
3) retroalimentación a la práctica microscopio.

Título del vídeo: Teoría Celular biológicamente.

Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=bXVAc38JXYM&t=15s

Figura 12.

Práctica microscopio.

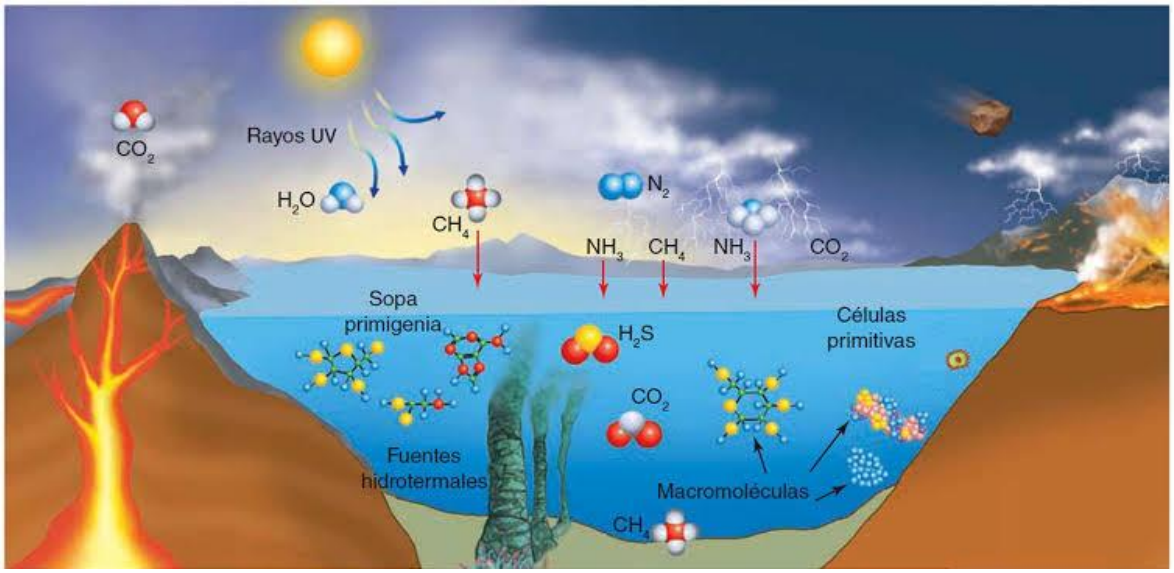


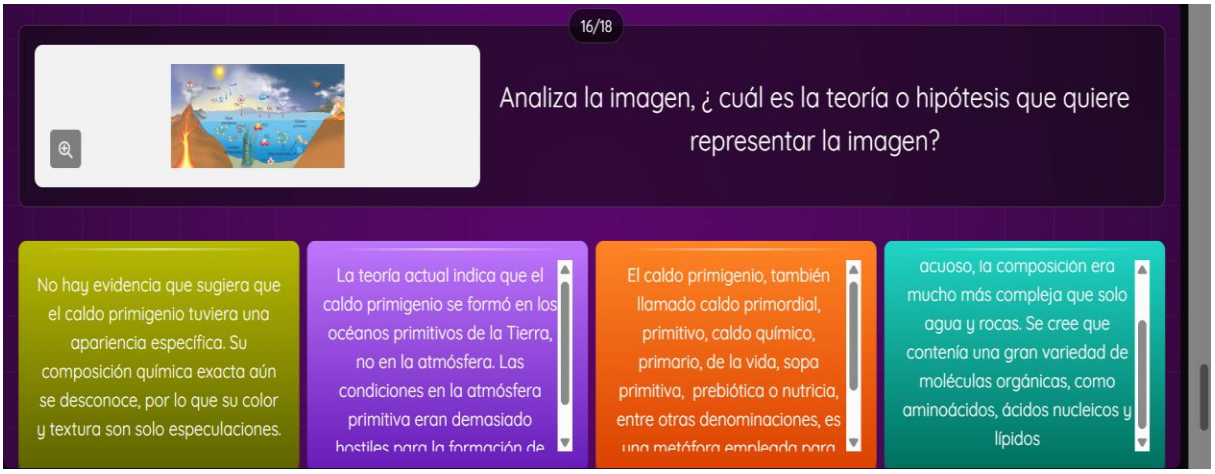
El importante pale de la microscopia en la construcción de la teoría celular y el concepto de célula.

4) quizziz sobre las teorías del origen del universo: ejercicio de evaluación con el quiziz Herramienta para Determinar si los estudiantes aprendieron o se acerca a la idea de los conceptos sobre el origen del universo.

Figura 13.

quizziz sobre las teorías del origen del universo





Presentación de las preguntas en la plataforma quizziz. Categoría de Análisis de imágenes; observación en la indagación.

Figura 14.

Preguntas

Resultados de la intervención.

5) Documental la vida en nuestro planeta.

Relaciona la aparición de LUCA como primera celula y su papel en la evolución y biodiversidad sobre la tierra, desde las primeras formas de vida hasta los mamíferos , pasando por los dinosaurios , eje temático para el desarrollo de los temas de ciencias en los grados sexto de IED Carrasquilla.

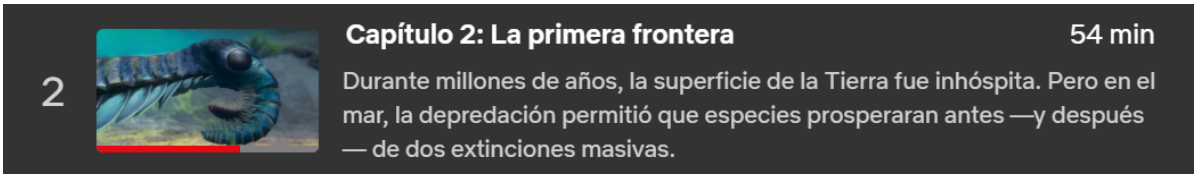
Figura 15.

La vida en nuestro planeta

El Capítulo 1 de la serie documental de Netflix "La vida en nuestro planeta" (Life on Our Planet) se titula "Las reglas de la vida" y presenta las leyes fundamentales de la evolución (adaptación, competencia y cambio constante), usando la vida prehistórica, como los Smilodones (tigres dientes de sable) y las aves del terror, para ilustrar cómo la supervivencia, la lucha por recursos y el caos del planeta impulsan la vida.

Figura 16.

Capítulo 2



Las células y su importancia biológica- química en la aparición del oxígeno en la biosfera con la relación de los microrganismos en la evolución de las especies.

6) Biología desde Cero

Título del vídeo: Célula explota luego de ser mordida

https://www.youtube.com/shorts/bd4V992W6wo

Figura 17.

Membrana Celular

La importancia de la membrana celular en el mundo microscopio (loa invisible desde la realidad), la interacción de los microrganismos en una gota de agua.

7) Explicación- retroalimentación sobre los conceptos de transporte de membrana (Circulación celular) a partir de una imagen genérica de internet adaptada para la explicación de los conceptos difusión, osmosis, transporte pasivo y activo.

Figura 18.

Explicación- retroalimentación

1. **Difusión simple:** paso de sustancias a través de la membrana plasmática como los gases respiratorios y el alcohol. (movimiento de solutos)
2. **Difusión facilitada:** transporte celular donde es necesaria la presencia de un *carrier* o transportador para que las sustancias atraviesen la membrana.

Transporte activo

Es un mecanismo que permite a la célula transportar sustancias disueltas a través de su membrana desde regiones de menor concentración a otras de mayor concentración. Es un proceso que requiere energía, llamado también producto activo debido al movimiento absorbente de partículas que es un proceso de energía para requerir que mueva el material a través de una membrana de la célula y sube el gradiente de la concentración. La célula utiliza transporte activo en tres situaciones:

- cuando una partícula va de punto bajo a la alta concentración.
- cuando las partículas necesitan la ayuda que entra en la membrana porque son selectivamente impermeables

Figura 19.

Circulo Celular

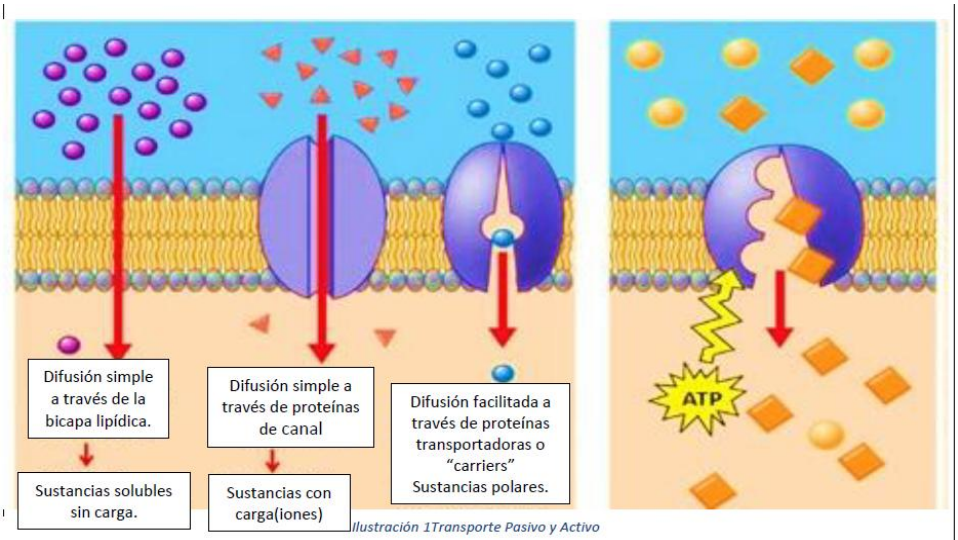


Ilustración 1Transporte Pasivo y Activo

CIRCULACIÓN CELULAR

Tanto en los organismos unicelulares como los del reino mónera y el protista, como en las células de los organismos multicelulares también se realiza el proceso de transporte de nutrientes y de oxígeno. Cuando estas sustancias ya han atravesado la membrana celular se distribuyen por la célula por medio de los **movimientos del citoplasma** y por **ciclosis**.
Retículos: Transporta proteínas desde el núcleo hasta el citoplasma.
Vacuolas: Transportan agua, sustancias alimenticias o desechos a diferentes partes de la célula.
Vesícula: Transportan y almacenan lípidos y proteínas.

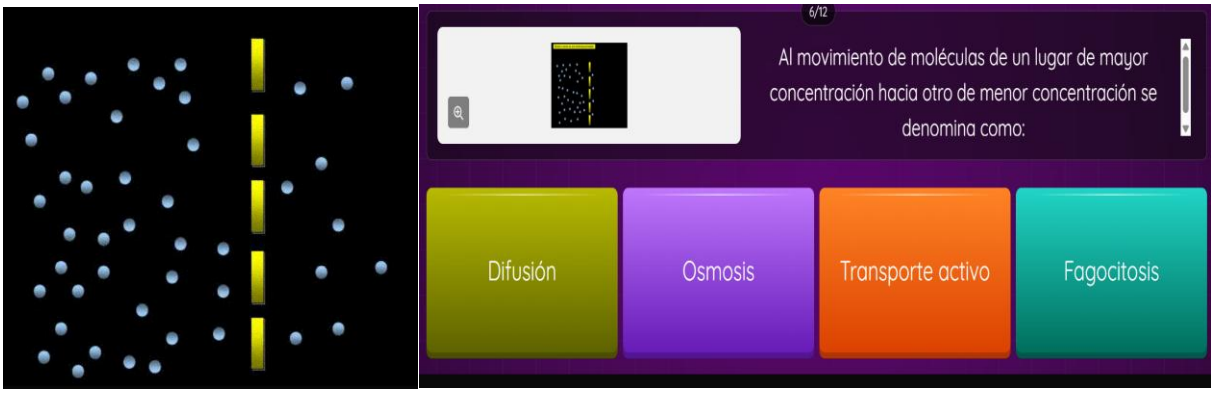
Se fortalece en casa desde una indagación individual, en libros, apoyados en la IA y vídeos de selección personal.

8) Quizziz sobre circulación celular, transporte a través de membranas -ejercicio de evaluación con el quiziz.

Herramienta para Determinar si los estudiantes aprendieron o se acerca a la idea de los conceptos sobre el transporte a través de membrana.

Figura 20.

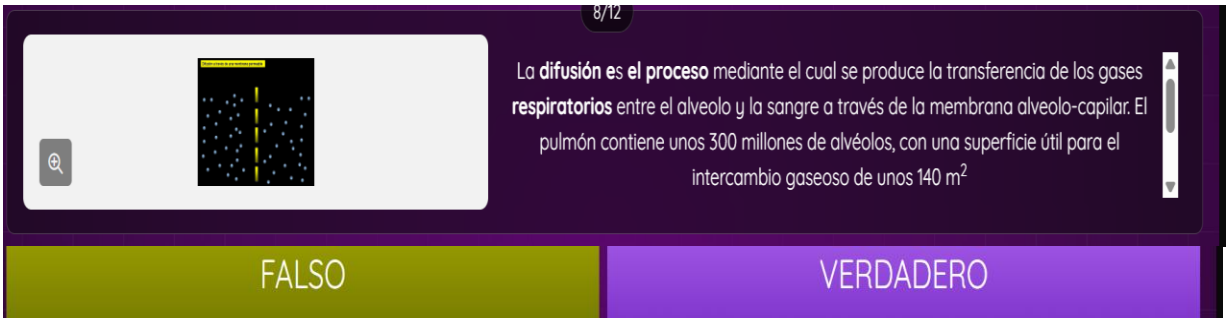
Quizziz sobre circulación celular



Desde la observación como base fundamental de la competencia indagación se le solicita al estudiante prestar atención al comportamiento de las partículas en un proceso de difusión y con el contexto debe ser capaz de clasificar lo que está viendo en alguno de los diferentes transportes a través de membrana que se le presenta.

Figura 21.

Quizziz 2 Circulación celular



Desde la práctica del proceso de Lectura – comprensión de la pregunta, se espera que el estudiante resuelva la pregunta con ayuda de sus ideas previas y los conceptos aprendidos sobre el trasporte a través de las membranas, una decisión entre falso o verdadero con relación a la simulación de las membranas y el contexto sobre el proceso de difusión (indagación en el uso del conocimiento científico).

Figura 22.

Resultados de la intervención.

9) La actividad del Dinosaurio Hidráulico es una herramienta integradora y evaluativa diseñada para validar la capacidad del estudiante de resolver un problema complejo a través de la aplicación de la competencia de indagación. Este proyecto exige a los estudiantes relacionar el conocimiento teórico (los temas vistos en la secuencia experimental y las clases de biología en el grado 601) y el técnico (principios hidráulicos), obligándolos a conectar, aplicar y justificar lo aprendido en una máquina funcional. La misión de ir "más allá de lo mínimo" requiere que el estudiante demuestre el desarrollo secuencial de habilidades de indagación críticas: observar los requisitos biológicos y las características del hábitat; realizar preguntas sobre cómo traducir el movimiento real del dinosaurio a un mecanismo hidráulico; contrastar información científica (nombre, dieta, escamas/plumas) con la construcción del modelo físico; analizar resultados durante las fases de prueba y error de la ingeniería; y finalmente, concluir y reflexionar oralmente sobre los desafíos de la construcción y las soluciones aplicadas (metacognición). De esta manera, el éxito en la actividad es una evidencia directa del dominio conceptual, la aplicación coherente de información y la capacidad de justificar cada decisión, validando que el estudiante es un "Genio" capaz de abordar problemas multidisciplinarios.

Figura 23.

Actividades a desarrollar por el estudiante de grado sexto

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL CARRASQUILLA
Resolución Oficial No. 004449 del 19 de octubre de 2004
Nit. 832005391-6

Objetivo de Aprendizaje:

Construir un modelo funcional de dinosaurio (o una parte de él, como la cabeza o una extremidad) usando principios hidráulicos (jeringas y agua) y, simultáneamente, **investigue, aplique y presente** los aspectos biológicos y ecológicos clave del dinosaurio seleccionado.

"Tu misión es ir más allá de lo mínimo(no es solo cumplir). Crea un dinosaurio que puede mover alguna de sus extremidades y puedas comunicar el entorno de vida del dinosaurio."

Tema	Tarea para Construir "crear"	Cumple / No cumple	Auto evaluación
Nombre científico y nombre común del dinosaurio	1. Ficha del Experto: Escribir ambos nombres y comprender la diferencia.		
Características físicas	2. Investigar **tamaño** (comparado con objetos actuales), **coloración** (hipótesis basadas en el hábitat), si tenía **escamas, pelo o plumas** (según evidencia científica).		
Tipo de nutrición y dieta	3. Clasificarlo como **herbívoro, carnívoro u omnívoro**. Detallar 2-3 **animales o plantas** específicos que consumía.		
Características del Hábitat	4. Describir el ecosistema (clima, vegetación, relieve) del período en que vivió.		

Figura 24.

Rubrica de evaluación Dinosaurio hidráulico

Categoría de Evaluación	1 Punto (Aprendiz)	2 Puntos (Científico)	3 Puntos (Experto)	4 Puntos (Genio)
1. Contenido Biológico (Ficha de Experto)	La información de la ficha de experto es escasa o presenta errores conceptuales graves (ej. el nombre científico no es correcto o la dieta es incoherente con el tipo de dinosaurio).	La ficha de experto presenta la información requerida, pero es general. Falta detallar uno de los puntos .	La ficha de experto presenta toda la información requerida (Nombre Científico/Común, Características, Dieta, Hábitat) de forma clara y correcta.	La ficha de experto presenta la información completa, correcta y el estudiante **justifica** sus hipótesis sobre la forma del dinosaurio y la relación con su habitad (ej. explica por qué la coloración elegida ayudaría al dinosaurio a camuflarse en su hábitat).
2. Modelo Físico y Estética (Construcción y Acabado)	El modelo es incompleto, la estructura es débil y no hay un intento claro de representar las características físicas del dinosaurio elegido.	El modelo es estable y se perciben las características principales del dinosaurio. Sin embargo, el acabado (pintura, textura) es apresurado o la escala de tamaño es incorrecta.	El mecanismo funciona de manera estable. El estudiante demuestra que el movimiento es fluido y que la conexión entre las jeringas y la parte móvil es lógica y eficiente.	El mecanismo no solo es estable y funcional, sino que el estudiante integra más de un punto de movimiento o aplica un principio extra (ej. utiliza diferentes tamaños de jeringas para demostrar amplificación o reducción de fuerza)..
3. Artefactos de Apoyo y Evidencia de Proceso	Presenta solo una de las evidencias solicitadas (ej. la Maqueta o el Fósil) y su elaboración es muy simple o genérica, sin relación directa con el dinosaurio investigado.	Presentan la mayoría de las evidencias (Fósil, *Tri-fold* o Maqueta), pero la calidad de la información o la construcción es básica. El diseño del *Tri-fold* es desordenado o no sigue una estructura lógica.	Presentan todas las evidencias solicitadas. El **Fósil** o la **Maqueta** son detallados y representativos. El **Tri-fold** organiza la información biológica (Dieta, Hábitat, etc.) de manera clara y con atractivo visual.	Los artefactos son innovadores y de alta calidad. El **Fósil** parece auténtico (textura/color). El **Tri-fold** o material extra no solo organiza la información, sino que **incluye referencias y fuentes** de consulta, y conecta visualmente la evidencia con el modelo hidráulico.
4.Presentación Oral y Reflexión	El equipo lee la información sin fluidez o no puede responder preguntas básicas sobre el contenido biológico.	El equipo presenta todos los puntos, pero la exposición es memorizada y mecánica. No logran establecer conexiones claras entre la biología del animal y el ecosistema	El equipo explica el proceso de construcción y el contenido científico con seguridad. Responden a las preguntas, demostrando una **comprensión clara** de los temas abordados durante la construcción del dinosaurio.	El equipo presenta con entusiasmo, establece **relaciones profundas** entre el contenido biológico y el diseño del modelo, y **reflexiona** sobre los desafíos de la ingeniería y cómo los resolvieron (metacognición).

Por lo tanto, se presentan las evidencias de las actividades que se desarrollaron; evidencias del desarrollo de la actividad Dinosaurio hidráulico.

Es una evidencia del desarrollo y el fortalecimiento de la competencia indagación en los grados sexto de la IED Carrasquilla.

Figura 25.

ri fold grado 601 Evidencia Ficha del experto en dinosaurios

Figura 26.

Evidencias de material de apoyo- maquetas 601

Figura 27.

Implementación de secuencia experimental- Fosiles

Figura 28.

Construcción del dinosaurio hidráulico 601

Figura 29.

Dinosaurio hidráulico 601

Figura 30.

Stand para la presentación oral 601

A continuación, se describen los momentos más relevantes de cada sesión y la manera en que la integración tecnológica enriqueció la propuesta pedagógica (ver figura 9)

Figura 31.

Evidencias prácticas

La primera sesión permitió abrir un espacio para reconocer los saberes previos y, al mismo tiempo, despertar la curiosidad del grupo frente a la complejidad del transporte celular. Lo interesante fue observar cómo, al iniciar con preguntas exploratorias y ejemplos tomados de la vida cotidiana, los estudiantes empezaron a relacionar el comportamiento de la membrana con procesos tan simples como salar una fruta o conservar alimentos. Al proyectar un video introductorio, varios estudiantes manifestaron sorpresa al descubrir que la membrana no es una barrera rígida, sino una estructura dinámica que regula permanentemente el intercambio con el entorno. En este sentido, el mapa conceptual inicial se convirtió en una fotografía honesta de sus ideas previas, donde coexistían nociones correctas con interpretaciones incompletas que guiaron el rumbo de la secuencia experimental. Además, las imágenes de esta sesión reflejan cómo, desde el primer momento, el aula se transformó en un espacio de diálogo y exploración compartida.

Figura 32.

Evidencias prácticas en el laboratorio

La segunda sesión estuvo marcada por el asombro que produce ver la difusión de pigmentos en tiempo real, especialmente cuando se utiliza material orgánico como la remolacha, que despierta conexiones inmediatas con el entorno agrícola de la zona. Los estudiantes observaron cómo el color atravesaba lentamente el agua, y empezaron a asociar ese movimiento con la dinámica molecular dentro de la célula. Mientras registraban sus observaciones, surgieron preguntas espontáneas que mostraban un avance en su capacidad para formular hipótesis y relacionar lo observado con el modelo teórico. Por ejemplo, algunos se preguntaban si la

temperatura aceleraría el proceso, lo que evidencia una comprensión inicial del papel de la energía cinética. Además, la inclusión de imágenes de los laboratorios improvisados, con microscopios y materiales simples, revela que la indagación no depende de grandes recursos, sino de la oportunidad para mirar con otros ojos fenómenos que estaban frente a ellos.

Figura 33.

Laboratorio en el aula

En la tercera sesión, el fenómeno de la ósmosis cobró vida mediante la experimentación con papa y zanahoria en distintas concentraciones de sal. Fue particularmente significativo ver cómo los estudiantes comparaban sus resultados con escenas de la serie de dinosaurios que estaban viendo en paralelo, identificando cómo los seres vivos, incluso los extintos, también dependían de procesos celulares para sobrevivir. Mientras construían tablas y gráficas, la conversación se orientó hacia la importancia del equilibrio interno y la entrada y salida de agua, generando conexiones con lo aprendido en ciencias naturales durante años anteriores. De este modo, la actividad demostró que cuando se combinan prácticas experimentales con referentes narrativos atractivos, la comprensión se vuelve más profunda. Las evidencias gráficas de esta sesión, en las que se observan cuadernos con dibujos y anotaciones detalladas, dejan ver una apropiación progresiva de la competencia de indagación.

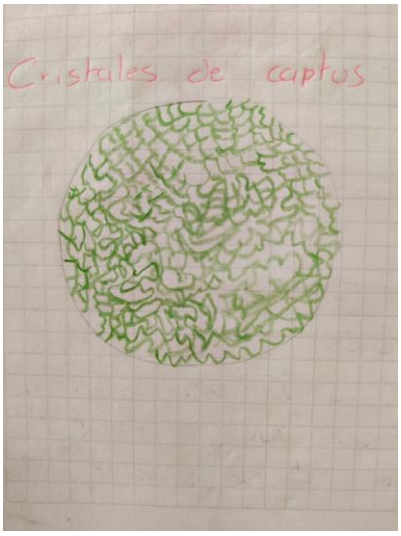
Figura 34.

Tejidos en el aula (evidencias)

La cuarta sesión permitió adentrarse en el viaje del agua a través del xilema y el floema, un tema que muchas veces queda en la abstracción si no se acompaña de experimentos concretos. Al sumergir tallos de apio en agua teñida, los estudiantes pudieron observar cómo la coloración ascendía por los tejidos, lo que generó comentarios espontáneos sobre la energía implicada en el transporte y la comparación con sistemas naturales presentes en animales, incluso en los dinosaurios estudiados en la serie. La posibilidad de realizar cortes transversales y dibujar lo observado fortaleció la atención al detalle y la capacidad de describir fenómenos sin recurrir únicamente a la teoría. Además, el uso del microscopio acercó al grupo a una experiencia científica real, donde la observación rigurosa fue indispensable para comprender el funcionamiento interno de las plantas. Las imágenes muestran cómo esta sesión fue un punto de inflexión en la apropiación visual y conceptual del tema.

Figura 35.

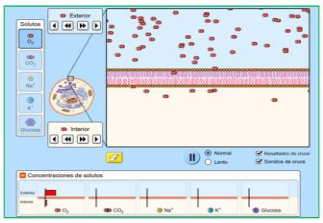
Cristales de captus



En la quinta sesión, los estudiantes profundizaron en la diferencia entre transporte pasivo y activo, utilizando un juego de roles que se transformó en un espacio altamente participativo. Representar moléculas, bombas de ATP y canales permitió que la teoría adquiriera un matiz corporal y vivencial, donde la energía dejó de ser un concepto abstracto para convertirse en un recurso tangible que se “gastaba” para cruzar la membrana. Esto sugiere que cuando se integra el movimiento al aprendizaje, los estudiantes logran comprender relaciones complejas de forma más natural. Además, varios hicieron analogías con escenas de dinosaurios en las que se explicaba la supervivencia de especies mediante el intercambio de nutrientes, lo que reforzó aún más la conexión entre la biología celular y narrativas culturales contemporáneas. Los cuadros comparativos creados al final mostraron una clara evolución en la comprensión conceptual del grupo.

Figura 36.

Evidencias tecnológicas



Simulador Phet colorado membranas

Quizziz- cuestionario de membranas

Aplicación del pre test- post test

Gamificación.

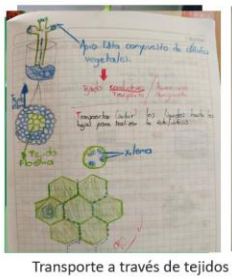
La sexta sesión marcó un momento central en el desarrollo de la competencia de indagación, pues los estudiantes debían integrar todo lo aprendido en la elaboración de un informe científico grupal. La escritura obligó a organizar ideas, justificar procedimientos y sostener conclusiones con base en evidencias propias, lo que fortaleció la autonomía cognitiva. Las exposiciones orales, acompañadas de imágenes y cuadernos de laboratorio, mostraron seguridad y apropiación del vocabulario científico. Además, fue notable cómo algunos grupos vincularon referencias visuales de dinosaurios para explicar procesos celulares, demostrando que los contenidos culturales pueden enriquecer el discurso académico. En este sentido, las evidencias registradas indican un avance no solo en la comprensión conceptual, sino también en la capacidad para comunicar hallazgos de forma rigurosa y coherente.

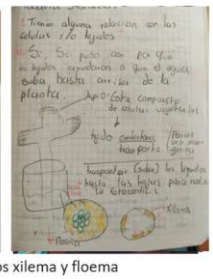
Figura 37.

Evidencias teóricas y prácticas (evidencias)

Reconocimiento de la célula

Osmosis en la zanahoria



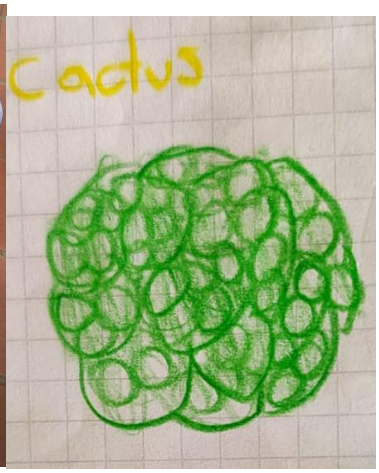


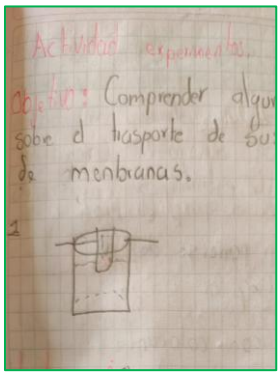
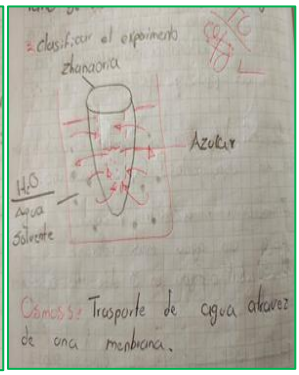
Transporte a través de tejidos xilema y floema

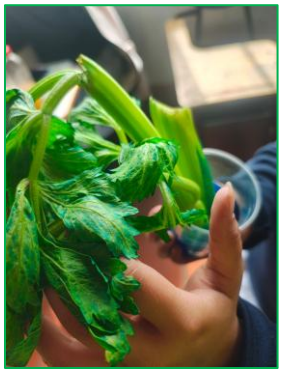
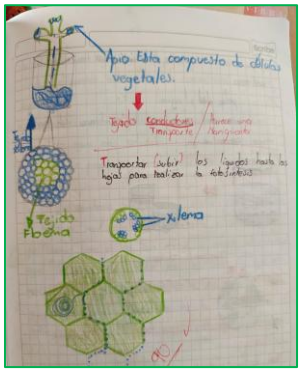
La última sesión permitió evidenciar el impacto global de la secuencia experimental a través del postest y la retroalimentación colectiva. Las dinámicas con Kahoot y Quizizz generaron un ambiente competitivo y motivador, donde el grupo 601 destacó notablemente por su precisión en las respuestas y su capacidad para justificar cada elección. Esto coincide con los relatos obtenidos en las entrevistas, donde varios estudiantes afirmaron sentirse más seguros al analizar situaciones científicas. A continuación, se presentan algunas evidencias del trabajo práctico.

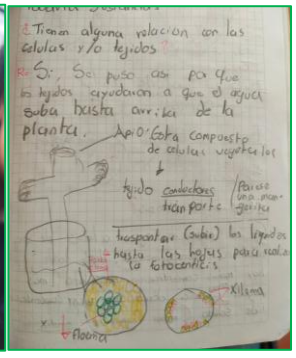
Figura 38.

Evidencias teóricas, prácticas y demás




Actividad experimental
Objetivo: Comprender algu
sobre el trasporte de su
de membranas.
1

2. clasificar el experimento
Azúcar
H2O
Agua
Soluente
Cósmos 2: Trasporte de agua atravez
de una membrana.



Apio: Esta compuesto de células
vegetales.
Tejido conductores / Transporte
Transportar (subir) los líquidos hasta las
hojas para realizar la fotosintesis
Tejido Floema
Xilema


¿Tienen alguna relacion con las
celulas y/o tejidos?
Si: Se puso asi porque
los tejidos ayudaron a que el agua
suba hasta arriba de la
planta. Apio: Esta compuesto
de celulas vegetales
tejido conductores / Parece
transporte una ingestion
Trasportar (subir) los liquidos
hasta las hojas para realiz
la fotosintesis
Xilema
Floema

1.17 Discusión

1.17.1 La secuencia experimental como estrategia pedagógica para promover la indagación científica

La correlación de los datos cuantitativos con las voces de los estudiantes y de la docente permite afirmar, con bastante claridad, que la secuencia experimental no fue solo una “estrategia más”, sino un punto de inflexión en la manera como el grupo 6-1 se acercó a la indagación científica. Las actividades de laboratorio articuladas con videos, analogías y uso de TIC no solo mejoraron los resultados en el postest, sino que transformaron la forma en que los estudiantes hablaban de la ciencia, se organizaban en los experimentos y justificaban sus conclusiones. Esto se evidenció en aprendizajes significativos que se expresaron en mejores desempeños académicos, mayor motivación y un desarrollo visible de habilidades prácticas como el registro de datos, la elaboración de gráficas, la observación detallada y la argumentación de lo observado.

Cuando se escucha a los estudiantes describir su experiencia, la secuencia deja de ser una planeación en papel y se convierte en una vivencia concreta. Uno de ellos afirma: “A mí me gustaron mucho más las clases cuando realizábamos y hablábamos de los experimentos de la ósmosis, como el que realizamos con los elementos, el apio, colorante, el recipiente y el agua. A mí me gustó el experimento que vimos cuando el agua con el colorante subía por las membranas del apio y el agua hacía que las hojas del apio se pusieran azules”. En este relato se condensan varios rasgos de la indagación: hay memoria del procedimiento, identificación de materiales, descripción del fenómeno y una comprensión intuitiva de que algo está “subiendo” por las membranas. Lo importante no es solo que recuerde el experimento, sino que lo narra como un momento significativo, que rompe con la rutina de la clase expositiva y le permite “ver” cómo lo que se explica en teoría cobra vida en el laboratorio.

La secuencia experimental también abrió un espacio para que la indagación saliera del frasco de laboratorio y se mezclara con proyectos más amplios, como el dinosaurio hidráulico. La docente Adela Catalina Hernández, licenciada en Química y responsable del grado 6-2, explica que durante el año trabajaron a la par con el 6-1 temas relacionados con la evolución de los seres vivos y utilizaron los dinosaurios como eje articulador. Ella recuerda que “durante la Semana Cultural estuvimos realizando un proyecto en donde los chicos por grupos tenían que

elaborar un dinosaurio a escala, teniendo en cuenta que habíamos trabajado durante el primer trimestre principalmente temáticas relacionadas con evolución de los seres vivos y utilizamos a las especies de dinosaurios como excusa para empezar a hablar acerca de cómo la vida ha ido transformándose y ha ido evolucionando a lo largo de los años". El reto no consistía solo en construir una maqueta bonita, sino en darle movimiento mediante un sistema hidráulico, es decir, aplicar principios físicos y biológicos en una tarea concreta y desafiante.

En este punto, las diferencias en el desarrollo de la competencia de indagación entre el grado 6-1 y el 6-2 se hicieron especialmente visibles. La misma docente relata que los estudiantes debían "con ayuda de movimiento hidráulico, darle movimiento al dinosaurio, mínimo dos movimientos", y que durante la ejecución del proyecto los chicos comprendieron relativamente bien cómo elaborar el dinosaurio con cartón y papel, pero en el 6-2 "sí se les dificultó un poco más comprender cómo debían darle ese movimiento a través de las mangueras y el líquido, en este caso el agua, como líquido que permitía generar esa presión suficiente dentro de la manguera para que se diera el movimiento". La consecuencia fue que en la exposición final se observaron dinosaurios con dos o más movimientos en el grado 6-1, mientras que en 6-2 incluso hubo un grupo que no logró darle movimiento al dinosaurio porque no pudo resolver el problema de conexión de las mangueras. Este contraste no solo muestra niveles distintos de logro, sino que evidencia cómo la indagación implica enfrentar problemas abiertos, formular hipótesis de acción, probar, equivocarse y ajustar la solución hasta que el sistema funcione.

Las reflexiones posteriores de la docente ayudan a comprender por qué la secuencia experimental impactó de manera más profunda al grado 6-1. Adela explica que, aunque se trabajaron las mismas temáticas y se intentó desarrollar las mismas actividades, "el bagaje conceptual que manejaron de base los chicos de grado 6-2 y el desarrollo de sus habilidades pues no se vio, no se logró al mismo nivel de grado 6-1, eran cursos muy diversos y muy diferentes en cuanto al manejo de su disciplina, en cuanto al manejo de su autonomía". Describe al 6-2 como un grupo al que "se les tenía que decir paso a paso qué teníamos que hacer porque había baja proposición de parte de ellos", lo que dificultaba el desarrollo de competencias como la formulación de preguntas, la toma de decisiones durante el experimento o la búsqueda autónoma de alternativas cuando algo no salía como se esperaba. Esta mirada cualitativa coincide con los resultados numéricos: mientras el 6-1 evidenció un aumento claro en el desempeño tras la secuencia experimental, el 6-2 mostró avances más modestos y un menor grado de apropiación de la indagación como forma de trabajo.

En este sentido, la secuencia experimental aparece no solo como una serie de prácticas bien diseñadas, sino como una mediación potente que, cuando encuentra un grupo con cierto nivel de autonomía y disposición, dispara procesos de investigación escolar en sentido pleno. Las clases dejan de organizarse únicamente en torno a la explicación del docente y se reconfiguran alrededor de la pregunta, del montaje experimental, del análisis de resultados y de la comunicación de hallazgos. El estudiante que recuerda cómo el colorante sube por el apio, o el equipo que logra que su dinosaurio hidráulico se mueva en varias direcciones, están mostrando que la ciencia se ha encarnado en experiencias concretas que exigen observar, pensar, tomar decisiones y justificarlas. Por otro lado, las dificultades del 6-2 recuerdan que la indagación no se impone por decreto ni se garantiza solo con la presencia de una secuencia experimental; requiere acompañamiento cercano, trabajo sostenido sobre la autonomía y un andamiaje intencional para que todos los estudiantes, incluso aquellos con menor bagaje conceptual o menor hábito de trabajo, puedan entrar al juego de preguntar, probar y argumentar.

De este modo, la triangulación entre resultados académicos, testimonios estudiantiles y la voz experta de la docente permite concluir que la secuencia experimental sí incidió en el fortalecimiento de la indagación científica, pero también visibilizó las brechas internas entre grupos y la necesidad de profundizar en estrategias diferenciadas de acompañamiento. Mientras que para el 6-1 se consolidó como un escenario fértil para ensayar, equivocarse y construir explicaciones cada vez más sólidas, para el 6-2 puso en evidencia la urgencia de seguir trabajando la autonomía, la iniciativa y la capacidad para aplicar el conocimiento científico a la resolución de problemas concretos. En ambos casos, sin embargo, la experiencia deja claro que la ciencia escolar cobra otro sentido cuando el aula se convierte en un laboratorio vivo donde los estudiantes pueden decir con su propia voz que las clases “les gustaron más” cuando hicieron experimentos, y donde proyectos como el dinosaurio hidráulico se transforman en pruebas reales de hasta dónde han llegado sus habilidades de indagación.

Tabla 12 correlación

Correlación

Nota: De esta forma se observa que ambos grupos mostraron avances significativos en la competencia de indagación, con mejoras más notorias en el grupo 602 (38%), aunque el grupo 601 partía de un nivel inicial más alto.

Grupo	Promedio Pretest	Promedio Postest	Diferencia	Nivel de avance
601	43%	71%	+28%	Alto

602	26%	64%	+38%	Alto
Global	34,5%	67,5%	+33%	Alto

1.17.2 El papel de las TIC en el aprendizaje activo y la motivación estudiantil

La incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) dinamizó el aprendizaje porque convirtió los momentos de evaluación y práctica en espacios de interacción significativa. Herramientas como Kahoot y Quizizz no solo “animaron” la clase; ayudaron a que los estudiantes pusieran a prueba hipótesis, contrastaran ideas y recibieran retroalimentación inmediata, elementos clave del aprendizaje activo. En línea con lo planteado por Ruiz, Montenegro, Meneses y Venegas (2016), el currículo de ciencias gana potencia cuando vincula contenidos con habilidades a través de recursos cercanos a los intereses estudiantiles. En nuestra experiencia, esa cercanía se expresó en mayor participación, preguntas más frecuentes y mejor disposición para argumentar resultados. En otras palabras, la tecnología operó como un andamiaje: sostuvo la curiosidad, ordenó la experiencia y facilitó la toma de decisiones durante la indagación.

Ahora bien, el componente lúdico fue decisivo para sostener la motivación. Los cuestionarios gamificados funcionaron como “retos” de corta duración que dosificaron la carga cognitiva y distribuyeron la atención en pasos concretos: comprender, decidir, responder y justificar. Este tipo de diseño dialoga con los hallazgos de Paredes (2020), quien muestra que la ludicidad, bien planificada, mejora el compromiso, la memoria de trabajo y la transferencia a tareas posteriores. Cuando el juego es pertinente, la evaluación deja de sentirse como un examen y se vuelve práctica deliberada; por ejemplo, repetir ítems con retroalimentación inmediata permitió cerrar brechas de comprensión sin estigmatizar el error. Así, la diversión no fue un adorno, sino una estrategia para mejorar el foco y la constancia.

El uso de TIC también reordenó el rol docente, desplazándolo desde la exposición hacia la mediación pedagógica. En lugar de “decir la respuesta”, el docente diseñó secuencias, gestionó tiempos, analizó evidencias y ofreció microandamiajes en el momento oportuno. Este viraje coincide con la caracterización del profesorado del siglo XXI que proponen Rico y Ponce (2022): profesionales que articulan saber pedagógico, dominio disciplinar y competencia digital

para promover autonomía y pensamiento crítico. Con plataformas interactivas, el docente pudo monitorear tendencias del grupo en tiempo real (ítems con mayor error, dudas recurrentes) y ajustar la explicación sobre la marcha. Así, la clase se volvió iterativa: observar, comprender, intervenir y volver a observar.

En contextos rurales, donde los recursos suelen ser limitados, las TIC cumplieron una doble función: optimizaron lo disponible y ampliaron el "campo de juego" pedagógico. Samaniego (2023) argumenta que, incluso con infraestructura acotada, es posible construir experiencias de aprendizaje relevantes si hay claridad metodológica y selección cuidadosa de herramientas. En nuestro caso, el énfasis no estuvo en "tener más aparatos", sino en **cómo** usarlos para sostener la indagación: cronogramas realistas, actividades offline complementarias y repositorios ligeros para consulta. Esto permitió que la tecnología no fuese un obstáculo logístico, sino un puente entre el fenómeno observado (difusión, ósmosis) y su conceptualización científica.

La evaluación formativa ganó precisión gracias a la analítica básica que ofrecen estas plataformas. Los reportes por ítem y por habilidad hicieron visible lo que a veces se diluye en la dinámica de clase: confusiones sobre variables de control, dificultades para leer tablas, o vacíos al justificar conclusiones. Al triangular estos datos con observaciones y diarios de laboratorio, emergieron patrones que orientaron la retroalimentación personalizada. Esta manera de "leer la clase" se alinea con la propuesta de talleres y observación etnográfica en la escuela de Rodrigo Parra Sandoval, Parra Sandoval y Lozano (2017), donde comprender la cultura del aula es clave para ajustar la intervención. En suma, los datos no sustituyeron la mirada docente; la afinaron.

La integración de TIC también facilitó la metacognición. Tras cada actividad, breves preguntas en Kahoot o Quizizz ayudaron a que los estudiantes monitorearan su comprensión: "¿qué concepto confundí?", "¿qué evidencia usé para responder?", "¿qué haría distinto en el próximo experimento?". Esta práctica, sostenida en ciclos cortos, favoreció que los estudiantes verbalizaran criterios de calidad y reconocieran estrategias efectivas para resolver problemas. Paredes (2020) respalda esta lógica al mostrar que la dinámica lúdica, cuando incluye retroalimentación, fortalece la autorregulación. Lo relevante no fue "ganar puntos", sino convertir cada intento en información para decidir el paso siguiente.

El componente de desarrollo profesional docente fue otro aporte. En la línea de Santo (2021), la capacitación en TIC durante y después de la pandemia dejó aprendizajes sobre selección de herramientas, diseño de ítems de calidad y gestión del tiempo digital. En nuestra experiencia, elaborar bancos de preguntas con distintos niveles de complejidad (recuerdo,

comprensión, aplicación, análisis) permitió alinear la práctica con los objetivos de indagación. Además, planificar “tiempos de silencio” entre rondas de juego dio espacio a la explicación conceptual y al error productivo. Así, la tecnología se integró a una gramática didáctica intencional, no improvisada.

También observamos beneficios en inclusión y participación. La posibilidad de responder desde un dispositivo redujo la ansiedad de “hablar en público” y habilitó la voz de estudiantes más tímidos. Los reportes inmediatos visibilizaron logros de quienes, por estilo comunicativo, suelen pasar desapercibidos en discusiones abiertas. De nuevo, esto resuena con Samaniego (2023): las TIC, usadas con criterio, amplían oportunidades de acceso y expresión. Para sostener la equidad, se combinaron actividades en papel y trabajo colaborativo, de modo que nadie quedara fuera por problemas de conectividad. La consigna fue clara: la tecnología debía sumar, no excluir.

Otro efecto positivo fue la continuidad del aprendizaje entre sesiones. Al dejar cuestionarios breves de repaso y guías digitales, los estudiantes mantuvieron activo el “ciclo de contacto” con los conceptos clave. Esta práctica de microespaciado ayudó a combatir el olvido y a preparar mejor las experiencias de laboratorio. Articulada con la mirada del docente como diseñador de experiencias y no solo transmisor de contenidos que subrayan Rico y Ponce (2022), esta continuidad construyó una curva de progreso más estable. No se trató de “más tareas”, sino de pequeñas dosis significativas con propósito claro.

Finalmente, vale subrayar un principio: las TIC no sustituyen la indagación, la potencian cuando están al servicio de problemas auténticos, preguntas retadoras y criterios de evaluación transparentes. El juego, bien dosificado, apuntaló la motivación sin trivializar el contenido (Paredes, 2020); la formación docente aseguró decisiones técnicas y éticas en su implementación (Santo, 2021); el conocimiento del contexto escolar orientó los ajustes finos (Rodrigo Parra Sandoval et al., 2017); y la selección de herramientas pertinentes, incluso en escenarios de restricción, hizo posibles experiencias valiosas (Samaniego, 2023). En suma, la tecnología fue un medio para aprender mejor ciencia: investigar, argumentar y comunicar con evidencia, en coherencia con lo planteado por Ruiz, Montenegro, Meneses y Venegas (2016).

1.17.3 Aportes y proyecciones de la propuesta en la enseñanza de las Ciencias Naturales en contextos rurales

A partir de la implementación en la IED Rural Carrasquilla, los aportes más visibles se dieron en tres frentes: comprensión conceptual, competencia de indagación y clima de aula. Por un lado, los estudiantes lograron “aterrizar” ideas abstractas difusión, ósmosis, transporte activo— a situaciones observables y cercanas (verduras con sal, tallos teñidos, conservación de alimentos). Por otro, ganaron práctica en formular preguntas, registrar datos, construir gráficas y defender conclusiones con evidencia. Además, la dinámica experimental y el uso de TIC redujeron la ansiedad frente a la evaluación y favorecieron la participación, especialmente en quienes suelen intervenir menos. En conjunto, la secuencia no solo enseñó contenidos: abrió una puerta para que los estudiantes se vieran a sí mismos como “investigadores en clase”, con voz y criterio.

En términos didácticos, el principal aporte fue mostrar que la indagación con recursos sencillos es viable y efectiva en contextos rurales. La secuencia combinó experiencias de bajo costo (papa, apio, remolacha), rutinas de pensamiento (preguntas guía, comparaciones teoría-evidencia) y pequeñas dosis de gamificación para sostener la atención. Esta mezcla permitió avanzar del “hacer por hacer” a un hacer con propósito: cada práctica respondió a una pregunta, cada dato alimentó una explicación. La lección para el profesorado es clara: no se necesita un laboratorio sofisticado para desarrollar habilidades científicas, sino una arquitectura didáctica que conecte fenómeno, dato y argumento. Esa arquitectura es transferible a otros temas del plan de estudios.

En plano pedagógico, la propuesta ayudó a reconfigurar el rol docente: menos exposición, más mediación. El profesor diseñó experiencias, monitoreó evidencias en tiempo real, ofreció micro-andamiajes y promovió la argumentación entre pares. Esto generó un clima de aula centrado en la pregunta y el ensayo-error, donde la retroalimentación fue oportuna y específica (por ítem, por habilidad). La proyección es formar comunidades de práctica en la institución y la zona rural: equipos docentes que planifiquen en conjunto, compartan bancos de ítems, comparen resultados y ajusten la enseñanza con base en evidencias. Con el tiempo, esta cultura profesional puede elevar la consistencia pedagógica entre cursos y reducir brechas de aprendizaje.

En lo formativo, los estudiantes fortalecieron competencias transversales: lectura de tablas y gráficas, comunicación de resultados, trabajo colaborativo y autorregulación. Estas capacidades son claves para su trayectoria educativa y para resolver problemas cotidianos en entornos rurales (por ejemplo, interpretar datos de calidad del agua o evaluar prácticas de conservación de alimentos). La proyección es articular la indagación científica con proyectos

STEAM situados: huertas escolares, monitoreo de fuentes hídricas, manejo de residuos, energías renovables de pequeña escala. Así, la ciencia deja de ser un capítulo del libro y se convierte en herramienta para mejorar la vida comunitaria.

En materia de evaluación, la experiencia evidenció el valor de combinar pretest y postest con registros cualitativos. El uso del mismo instrumento en ambos momentos dio solidez a los análisis comparativos; la observación, las encuestas y las entrevistas aportaron matices sobre motivación y barreras de aprendizaje. La proyección es consolidar un sistema de evaluación formativa con indicadores por habilidad (explicar fenómenos, reconocer la ciencia como construcción humana, diseñar/valorar procedimientos) y reportes periódicos para familias y directivos. Con ello, la escuela puede tomar decisiones informadas sobre refuerzos, agrupamientos flexibles y apoyos específicos.

Respecto a gestión e infraestructura, el proyecto mostró que la planificación logística fina (materiales, tiempos, roles, seguridad) hace la diferencia cuando los recursos son limitados. Una proyección realista es crear “kits de micro-laboratorio rural” con inventario mínimo, protocolos claros, rúbricas y guías ilustradas para reproducir las prácticas en distintos grados. A esto se suma un repositorio digital liviano (accesible offline) con videos cortos y bancos de preguntas. Con estos soportes, otras sedes rurales pueden replicar la propuesta sin depender de conectividad constante o de equipos costosos.

En política escolar y apoyo institucional, el trabajo ofrece insumos para alinear el currículo con estándares y DBA, priorizando núcleos temáticos que se presten a indagación con contexto local. La proyección incluye acuerdos de mejora con la Secretaría de Educación o universidades cercanas: pasantías pedagógicas, mentorías entre docentes, prácticas de estudiantes de licenciatura que apoyen laboratorios y sistematización de datos. Este tejido interinstitucional puede acelerar la transferencia de saber pedagógico y sostener la innovación más allá del esfuerzo individual del docente líder.

Desde la perspectiva de investigación educativa, la experiencia abre varias líneas: (a) estudios longitudinales que sigan cohortes para ver permanencia de efectos; (b) diseños cuasi-experimentales con más grupos control y análisis de subpoblaciones (por ejemplo, estudiantes con rezagos en lectura de datos); (c) evaluación de costo-efectividad de los kits y de la capacitación docente; (d) exploración de prácticas de evaluación entre pares y portafolios

digitales como complemento del postest. Estas líneas fortalecerán la evidencia local y permitirán afinar la propuesta para diferentes realidades rurales.

En lo didáctico y pedagógico, la experiencia mostró que la indagación con recursos sencillos funciona en contextos rurales y puede escalarse a otros temas del plan de estudios. La proyección es consolidar una “arquitectura de indagación” transferible: preguntas guía claras, prácticas de bajo costo con propósito (papa, apio, remolacha), registro de datos y defensa de conclusiones con evidencia. Esto implica formar comunidades de práctica docente que planifiquen juntos, compartan bancos de ítems y ajustes de clase, y roten “aulas abiertas” para observarse entre pares. El resultado esperado es un aula menos expositiva y más mediadora, donde el error se use como insumo para aprender y la participación de quienes suelen intervenir menos se sostenga en el tiempo.

A nivel institucional y comunitario, se proyecta articular la secuencia con proyectos STEAM situados huertas escolares, monitoreo de fuentes hídricas, manejo de residuos, conservación de alimentos o microenergías renovables de modo que la ciencia salga del libro e impacte la vida local. Para viabilizarlo, se plantea crear kits de micro-laboratorio rural (inventario mínimo, protocolos, rúbricas, guías ilustradas) y un repositorio digital liviano, accesible offline, con videos cortos y bancos de preguntas. En evaluación, se propone un sistema formativo con indicadores por habilidad (explicar fenómenos, argumentar con datos, valorar procedimientos) y reportes periódicos para familias y directivos, combinando pretest/postest con registros cualitativos de motivación y barreras de aprendizaje.

En política escolar e investigación, se sugiere alinear currículo, Estándares y DBA priorizando núcleos “indagables” con sentido local, y tejer alianzas con la Secretaría de Educación y universidades (pasantías, mentorías, prácticas de licenciatura para apoyar laboratorios y análisis de datos). En paralelo, se abren líneas de estudio: seguimientos longitudinales para estimar permanencia de efectos, diseños cuasi-experimentales con grupos control y subpoblaciones, evaluación costo-efectividad de kits y formación docente, y exploración de portafolios y evaluación entre pares. Para asegurar sostenibilidad, se recomienda institucionalizar la secuencia en las planeaciones anuales, calendarizar observación entre pares y garantizar un presupuesto básico de reposición, además de sistematizar todo en un manual docente con secuencias, rúbricas y ejemplos de respuestas de calidad.

Finalmente, en sostenibilidad, la proyección pasa por institucionalizar lo aprendido: incluir la secuencia (y sus variantes) en las planeaciones anuales, calendarizar momentos de aula abierta para observación entre pares, y asegurar un presupuesto básico para reposición de materiales. Además, conviene sistematizar la experiencia en un manual docente con secuencias, guías, rúbricas, ejemplos de respuestas y criterios de calidad. Así, la propuesta deja de ser un "proyecto" para convertirse en práctica estable de la escuela, capaz de inspirar a otras instituciones rurales que buscan enseñar mejor ciencias con lo que tienen a mano.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

1.18 Conclusiones

La investigación demostró que una secuencia experimental centrada en el transporte a través de membrana constituyó una estrategia pedagógica eficaz para fortalecer la competencia de indagación en estudiantes de sexto grado. Los hallazgos evidenciaron un tránsito significativo desde desempeños bajos, asociados a un aprendizaje memorístico, hacia niveles medios y altos caracterizados por la capacidad de observar, registrar, formular hipótesis y explicar fenómenos con base en la evidencia. Esta evolución confirma que la indagación no puede entenderse como un recurso accesorio de laboratorio, sino como el eje articulador del aprendizaje científico escolar, en línea con lo planteado por Gil Pérez (1993, 1994) y Ruiz et al. (2016). En conjunto, los resultados configuran una ruta clara para integrar contenidos, habilidades y actitudes científicas en contextos reales, particularmente en escenarios rurales donde las limitaciones suelen ser mayores.

El diagnóstico inicial, obtenido a partir de la aplicación del pretest, permitió caracterizar con precisión la línea base de los cursos 601 y 602. Se identificaron desempeños bajos en ambos grupos, con mayor dispersión en el primero y homogeneidad en el segundo, lo cual reveló

heterogeneidad de saberes y brechas importantes en lectura de datos, justificación de conclusiones y uso de variables. Este panorama inicial no solo justificó la necesidad de una intervención, sino que además orientó la secuencia hacia fenómenos cotidianos como la difusión y la ósmosis, el trabajo con tablas y gráficas sencillas y el modelamiento explícito de la formulación de hipótesis. El diagnóstico, además, hizo visible la urgencia de apoyos diferenciales y de mantener procesos de evaluación formativa que acompañen de manera sostenida el aprendizaje científico.

El diseño de la secuencia se articuló en siete sesiones progresivas que avanzaron de lo simple a lo complejo y de lo observable a lo teórico. Se aseguró la coherencia entre las preguntas guía, las experiencias experimentales de bajo costo (remolacha, papa y apio), los registros de datos y los criterios de evaluación, de modo que cada actividad respondiera a un propósito cognitivo claramente definido. Esta propuesta se alineó con los Estándares Básicos de Competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje, priorizando tanto la explicación de fenómenos como la valoración de procedimientos y la comprensión de la ciencia como una actividad social. Así, la secuencia transitó del “hacer por hacer” a un hacer con sentido, en el que cada medición condujo a una explicación y cada explicación se contrastó con nueva evidencia para consolidar aprendizajes significativos.

La implementación de la secuencia se vio potenciada por el uso de herramientas TIC como Kahoot y Quizizz, que introdujeron dinamismo, retroalimentación inmediata y espacios de metacognición breves pero focalizados. Estas plataformas no sustituyeron la experimentación, sino que la complementaron al facilitar la verificación de conceptos y promover la participación activa del estudiantado, incluso de quienes suelen intervenir poco. La mediación docente se reconfiguró hacia una práctica menos expositiva y más orientada a la conducción de la indagación mediante preguntas abiertas, apoyo oportuno en la lectura de tablas y guía en la toma de decisiones sobre variables. El clima de aula se enriqueció con un ambiente colaborativo, mayor motivación y evaluación concebida como brújula del proceso más que como punto final.

La comparación entre el pretest y el postest, aplicados con el mismo instrumento y bajo los mismos criterios, evidenció mejoras significativas en ambos grupos, con mayor crecimiento en quienes partían de niveles más bajos. Aumentó la proporción de estudiantes capaces de explicar fenómenos con datos, reconocer la ciencia como construcción social y diseñar o valorar procedimientos experimentales. La validez de estas conclusiones se fortaleció gracias a la convergencia entre los resultados cuantitativos y las percepciones cualitativas recogidas mediante encuestas y entrevistas, mostrando una coherencia clara entre los números y las voces de estudiantes y docentes. Así, se confirmó que la indagación es más que un método: es una

cultura de aula donde observar, medir, comparar y argumentar con evidencia transforma la forma de aprender y enseñar ciencias.

Finalmente, la investigación dejó aprendizajes de gran valor para la práctica docente y la sostenibilidad institucional. Se demostró que es posible hacer ciencia escolar de calidad en contextos rurales con recursos sencillos, siempre que exista planificación rigurosa, diseño de experiencias auténticas y retroalimentación diferenciada. La secuencia mostró ser replicable y escalable a otros contenidos del plan de estudios como el intercambio gaseoso, el transporte en plantas o el equilibrio hídrico y a otros grados, manteniendo la lógica de preguntas, experimentos, registros y comunicación de resultados. Aunque se reconocen limitaciones propias del diseño cuasi-experimental, se abren líneas futuras como seguimientos longitudinales, análisis de subpoblaciones y evaluación de costo-efectividad. En síntesis, la secuencia se consolidó como una forma de enseñanza que devuelve a la indagación su lugar central: el corazón del aprendizaje científico en la escuela, tanto en el presente como en el futuro.

1.19 Recomendaciones

A nivel institucional, recomendamos institucionalizar la secuencia por indagación como práctica regular y no como experiencia aislada. Esto implica incorporarla en las planeaciones anuales, establecer un calendario de implementación por periodos, definir responsables y metas por habilidad (explicar fenómenos, reconocer la ciencia como construcción social, diseñar y evaluar procedimientos) y asegurar un cierre público de cada ciclo (ferias, aulas abiertas) para socializar aprendizajes. Resulta clave acordar criterios de logro por niveles (básico, intermedio, avanzado) y fijar umbrales de dominio que orienten refuerzos. Además, conviene generar un repositorio institucional con guías, rúbricas, bancos de ítems y ejemplos de evidencias estudiantiles, de modo que cualquier docente pueda replicar y ajustar la propuesta sin partir de cero.

En la planeación didáctica, sugerimos mantener el enfoque de indagación con progresión clara de lo observable a lo explicativo y de lo simple a lo complejo, articulando siempre pregunta–evidencia–explicación. Antes de cada práctica, elaborar anticipaciones de error (confusiones típicas con difusión/ósmosis, lectura de ejes en gráficas, variables de control) y diseñar microandamiajes para afrontarlas a tiempo. Recomendamos combinar actividades de bajo costo (remolacha, papa, apio) con modelos conceptuales (mapas, diagramas de partículas) para vincular dato y teoría. Después de cada sesión, cerrar con un minirrelato científico del grupo (qué

hicimos, qué hallamos, qué explica el resultado, qué nuevo preguntaríamos), reforzando la comunicación científica como parte del contenido y no como agregado.

En evaluación, mantener el mismo instrumento en pretest y postest garantiza comparabilidad; por eso, recomendamos conservar esa decisión y añadir hitos intermedios (quizzes breves, salidas de clase, tareas de un solo ítem) que permitan calibrar avances sin esperar al final. Construir una matriz de especificaciones que asegure cobertura balanceada de habilidades y niveles cognitivos, y acompañarla con rúbricas analíticas para informes, gráficas y argumentación. Sugerimos acordar un umbral de mejora esperada (por ejemplo, +20 puntos porcentuales) y activar planes de apoyo cuando no se alcance: reenseñanza focalizada, tutorías entre pares, y tareas de práctica deliberada con retroalimentación inmediata.

En desarrollo profesional, recomendamos organizar comunidades de práctica con ciclos de *lesson study*: planear juntos una clase clave, observarla en aula abierta, recoger evidencias y ajustar. Cada ciclo debe producir un artefacto compartido (banco de preguntas, guía mejorada, ejemplos de respuestas anotadas) que alimente el repositorio. Promover microcapacitaciones sobre diseño de ítems, lectura de analíticas básicas (ítems con mayor error, distractores más atractivos), y estrategias para retroalimentación efectiva. Además, desarrollar observación entre pares con focos acotados (p. ej., “cómo se formula la pregunta guía” o “cómo se andamia el análisis de datos”) y con acuerdos de confianza profesional.

En inclusión, proponemos aplicar Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA): ofrecer múltiples formas de representación (video breve + texto simple + esquema), de acción y expresión (informe escrito, audio corto, póster gráfico) y de compromiso (retos cooperativos con roles definidos). Preparar versiones escalonadas de guías (misma tarea con apoyos graduados), glosarios visuales y plantillas de tablas/gráficas para quienes presentan rezagos en lenguaje o numeración. Incorporar estrategias de parejas tutor–tutorado y rotación de roles en laboratorio, de modo que todos experimenten como técnicos de materiales, lectores de instrumentos, y voceros de resultados, reduciendo barreras y aumentando participación real.

Sobre TIC, recomendamos mantener Kahoot/Quizizz como herramientas de verificación y metacognición, pero con una gramática pedagógica clara: 1) activación breve de ideas previas; 2) práctica experimental; 3) quiz de consolidación; 4) cierre metacognitivo; 5) reenseñanza focalizada según reporte de ítems. Para contextos con conectividad limitada, preparar paquetes offline: cuestionarios en papel paralelos al quiz y repositorios livianos (PDF/PNG) en memorias USB o intranet local. Estandarizar tiempos de silencio entre rondas para explicación conceptual y evitar la “gamificación sin reflexión”. Usar las analíticas para agrupamientos flexibles y refuerzos específicos por habilidad.

En articulación curricular y proyectos, sugerimos extender la secuencia a otros tópicos (intercambio gaseoso, homeostasis, transporte en plantas) conservando la lógica de indagación. Vincular la propuesta con proyectos STEAM situados: huertas escolares con control de salinidad, monitoreo de calidad de agua en la vereda, conservación de alimentos locales. Integrar matemáticas aplicadas (lectura de proporciones, promedios, dispersión) y lenguaje (escritura de informes y resúmenes estructurados), para fortalecer transferencias. Coordinar con otras áreas tareas integradas que culminen en productos públicos (ferias, murales de datos), consolidando significado y pertinencia social.

En relación con familias y comunidad, recomendamos comunicar aprendizajes con boletines visuales (infografías de hallazgos), talleres breves sobre “cómo leer una gráfica” y jornadas de ciencia en casa con materiales cotidianos (sal, azúcar, colorantes). Establecer alianzas con productores locales (acopio de verduras, medición de conservación) para que el aula se conecte con saberes de la comunidad. Invitar a egresados o técnicos locales a comentar aplicaciones reales de los fenómenos estudiados. Esta apertura favorece motivación, legitimidad de la ciencia escolar y respaldo a la continuidad del proyecto.

En gestión e infraestructura, aconsejamos crear kits de micro-laboratorio: inventario mínimo, listas de verificación de seguridad, protocolos paso a paso, plantillas de registro, rúbricas y fichas de roles para trabajo colaborativo. Definir un responsable de bodega por grado, con calendario de préstamo y reposición. Establecer normas de bioseguridad simples (uso de guantes en cortes, limpieza de mesas, manejo de residuos) y un registro de incidentes y mejoras. Para asegurar sostenibilidad, presupuestar reposición anual de consumibles y capacitar al personal de apoyo en montaje, cuidado y almacenamiento de materiales.

Para la mejora continua y la investigación educativa, recomendamos monitoreo longitudinal de cohortes (al menos dos años), con tres puntos de medición anuales (inicio, medio, cierre) y análisis por subgrupos (quienes partieron más bajo, quienes presentaron mayores saltos). Incorporar portafolios y coevaluación como complemento del postest, y realizar microexperimentos de costo-efectividad (qué combinación de apoyos logra mayor impacto con menor costo). Documentar cada ciclo en informes breves que alimenten decisiones directivas y, cuando sea posible, publicar sistematizaciones para compartir aprendizajes con otras escuelas rurales.

Finalmente, sugerimos formalizar un plan de sostenibilidad: incluir la secuencia en el PEI y en los Planes de Mejoramiento, calendarizar aulas abiertas trimestrales, y fijar indicadores de seguimiento (cobertura de habilidades, mejora porcentual, brecha entre grupos). Consolidar un manual docente con la secuencia, variantes por grado, bancos de ítems clasificados, ejemplos

de respuestas con anotaciones y criterios de calidad. Establecer acuerdos con universidades para pasantías y mentorías, y con la Secretaría de Educación para escalar la experiencia a otras sedes. Así, la propuesta pasa de ser un proyecto exitoso a convertirse en capacidad instalada que mejora, año a año, la enseñanza de las ciencias en el contexto rural.

Anexos

Anexo 1. Pretest y Postest

Desde el ICFES se aplican las pruebas evaluar para avanzar, estos son instrumentos que permite medir la relación entre los estándares básicos de competencias y las competencias básicas que se desarrollan en el aula, estos instrumentos permiten mejorar la eficacia del proceso enseñanza – aprendizaje, y se espera que los docentes cuenten con la iniciativa para implementar estrategias y herramientas para trabajar a diario con los niños, niñas y jóvenes.

Antes de iniciar con el análisis de los resultados, le recomendamos revisar el capítulo “¿Qué se evalúa en el instrumento de valoración?” y la estructura de cada pregunta, ya que esto es diferente para cada prueba. Lo anterior le permitirá identificar las categorías a las que pertenecen las preguntas de los cuadernillos, pues sobre estas categorías se darán los reportes de resultados.

Del análisis de las pruebas realizadas en los últimos años se clasificaron las preguntas que miden la **competencia indagación** en tres componentes diferentes, entorno vivo, entorno físico y CTS (ciencia, tecnología y sociedad).

***Indagación-Ciencia, tecnología y sociedad.**

Afirmación: Diseña y evalúa procedimientos experimentales en contextos naturales y ambientales, además, comunica resultados que permiten dar respuesta a sus preguntas e hipótesis.
evidencia: Utiliza diversas formas de representación para comunicar los resultados y plantear conclusiones derivados de una investigación científica referida a contextos naturales y ambientales.

Afirmación: Comprende que el conocimiento científico es una construcción humana y social, que se transforma y se reconstruye continuamente a través de la investigación, respondiendo a momentos históricos.
Evidencia: Propone preguntas y explicaciones acerca de seres vivos, sistemas, procesos y fenómenos naturales, incluyendo aquellos que tienen incidencia social, a partir de la información científica disponible.

***Indagación-Entorno físico**
Afirmación: Diseña y evalúa procedimientos experimentales en contextos naturales y ambientales, además, comunica resultados que permiten dar respuesta a sus preguntas e hipótesis.
Evidencia: Utiliza diversas formas de representación para comunicar los resultados y plantear conclusiones derivados de una investigación científica referida a contextos naturales y ambientales.

Afirmación: Comprende que el conocimiento científico es una construcción humana y social, que se transforma y se reconstruye continuamente a través de la investigación, respondiendo a momentos históricos.
Evidencia: Propone preguntas y explicaciones acerca de seres vivos, sistemas, procesos y fenómenos naturales, incluyendo aquellos que tienen incidencia social, a partir de la información científica disponible.

***Indagación-Entorno vivo**
Afirmación: Diseña y evalúa procedimientos experimentales en contextos naturales y ambientales, además, comunica resultados que permiten dar respuesta a sus preguntas e hipótesis.
Evidencia: Utiliza diversas formas de representación para comunicar los resultados y plantear conclusiones derivados de una investigación científica referida a contextos naturales y ambientales.

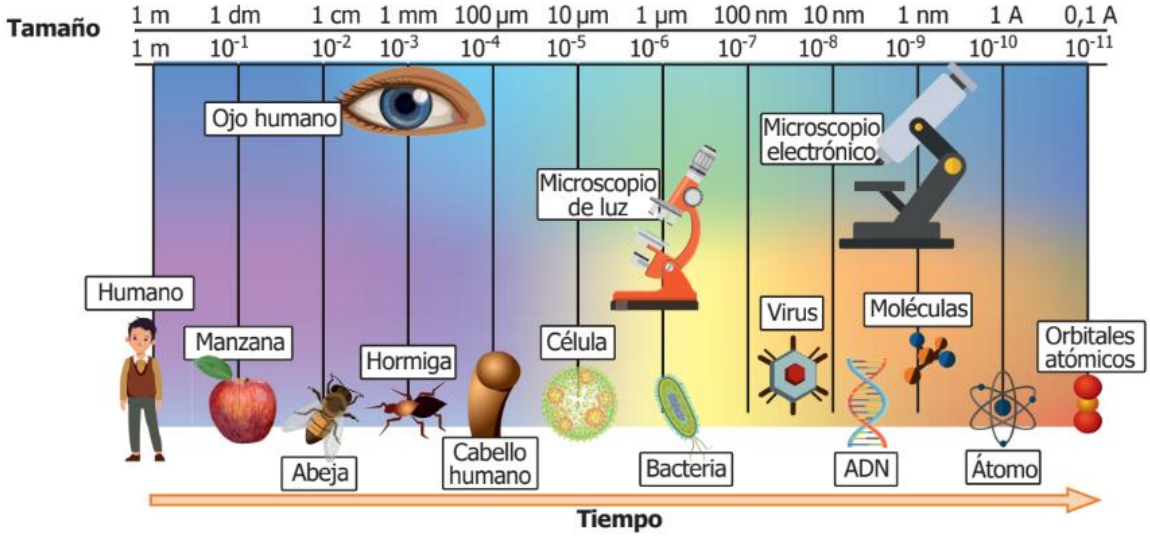
Afirmación: Diseña y evalúa procedimientos experimentales en contextos naturales y ambientales, además, comunica resultados que permiten dar respuesta a sus preguntas e hipótesis.
Evidencia: Reconoce y diseña instrumentos y formatos adecuados para la recolección, sistematización y análisis de datos.

Afirmación: Comprende que el conocimiento científico es una construcción humana y social,

que se transforma y se reconstruye continuamente a través de la investigación, respondiendo a momentos históricos.
Evidencia: Propone preguntas y explicaciones acerca de seres vivos, sistemas, procesos y fenómenos naturales, incluyendo aquellos que tienen incidencia social, a partir de la información científica disponible.

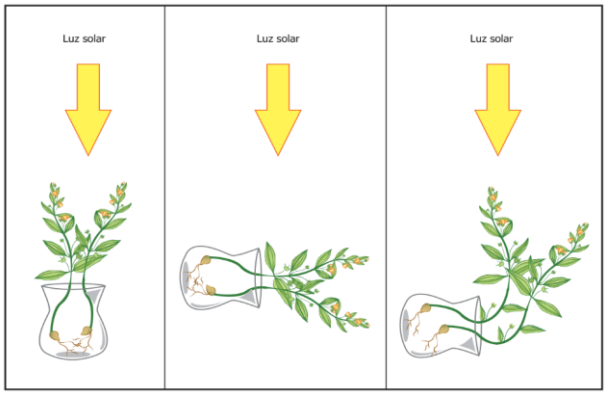
PRUEBA DIAGNOSTICA COMPENTENCIA INDAGACIÓN

1)Existen estructuras y organismos que por muchos años fueron desconocidos para los humanos, ya que por su tamaño eran imposibles de observar a simple vista. El siguiente esquema muestra cómo a lo largo del tiempo se han podido conocer y describir estructuras y organismos cada vez más pequeños.



Según el anterior esquema, ¿qué permitió la evolución de este conocimiento?
A. La aparición de nuevos organismos y estructuras microscópicas.
B. Las investigaciones en torno al ojo humano y su capacidad visual.
C. Los avances científicos que permitieron mejoras en los microscopios.
D. El desarrollo de la teoría celular y el descubrimiento del ADN.

2- En la clase de Ciencias están hablando sobre algunos movimientos que presentan las plantas debido a estímulos del ambiente. Pedro propone un proyecto de investigación para mostrar la influencia de la luz solar en dichos movimientos. Durante el desarrollo de su investigación, realiza los siguientes dibujos:



¿En qué parte de su informe final debe colocar el dibujo 3?

A. En el procedimiento.
B. En los resultados.
C. En las conclusiones.
D. En los propósitos.

3- grupo de estudiantes de grado 5.° va a realizar una excursión por algunos ecosistemas del país; esta tiene por objetivo investigar los diferentes procesos de adaptación de los seres vivos a los respectivos ecosistemas. Para esto deben relacionar las observaciones realizadas en los seres vivos con las condiciones ambientales de los ecosistemas visitados.
Según la información anterior, ¿cuál de los siguientes procedimientos les será útil para su investigación?

A. Observación y registro de los datos de los rasgos físicos y de comportamiento de los organismos de los ecosistemas.
B. Caracterización físicoquímica de los suelos donde viven los organismos observados.
C. Obtención de los datos de temperatura, humedad relativa y presión atmosférica de los ecosistemas evaluados.
D. Medición del tamaño de las alas, de las patas y de los picos de algunos organismos.

4- Un estudiante afirma que las neuronas van apareciendo y desapareciendo por todo su cuerpo, dependiendo del lugar donde él esté recibiendo estímulos. El estudiante encuentra en su libro de Ciencias que las neuronas son células que forman una extensa red, en todo el cuerpo humano, por donde circulan los impulsos nerviosos que transportan mensajes químicos y eléctricos hasta llegar al cerebro, donde se reciben y analizan para producir una respuesta al estímulo inicial.
De acuerdo la información encontrada en el libro, el estudiante debe ajustar su afirmación.
¿Cuál de las siguientes sería la afirmación que debería realizar el estudiante?
A. Las neuronas son células que se encuentran en todo el cuerpo y son las encargadas de recibir las señales y enviarlas al cerebro.
B. Las neuronas son células que solo aparecen en el cuerpo cuando reciben impulsos químicos y eléctricos del medio.
C. Las neuronas, al encontrarse en todo el cuerpo, son las únicas células encargadas de dar respuesta a los estímulos del medio.
D. Las neuronas son células que desaparecen del cuerpo cuando se reciben estímulos

químicos y
eléctricos que las activan.

5- En la clase de Biología Ana está estudiando sobre pirámides ecológicas; en ese sentido, la profesora les solicita a los estudiantes que construyan una pirámide de individuos con la siguiente información:

• 50 % productores (plantas).

• 30 % consumidores primarios (herbívoros).

• 15 % consumidores secundarios (carnívoros que se alimentan de herbívoros).

• 5 % consumidores terciarios (carnívoros que se alimentan de carnívoros).

Esta información indica la proporción de cada grupo dentro del ecosistema. Además, la profesora les recuerda que debe tenerse en cuenta el tamaño de cada nivel en la pirámide para ubicar bien a los organismos.
¿Cuál de los siguientes modelos debe usar Ana para representar la información solicitada?

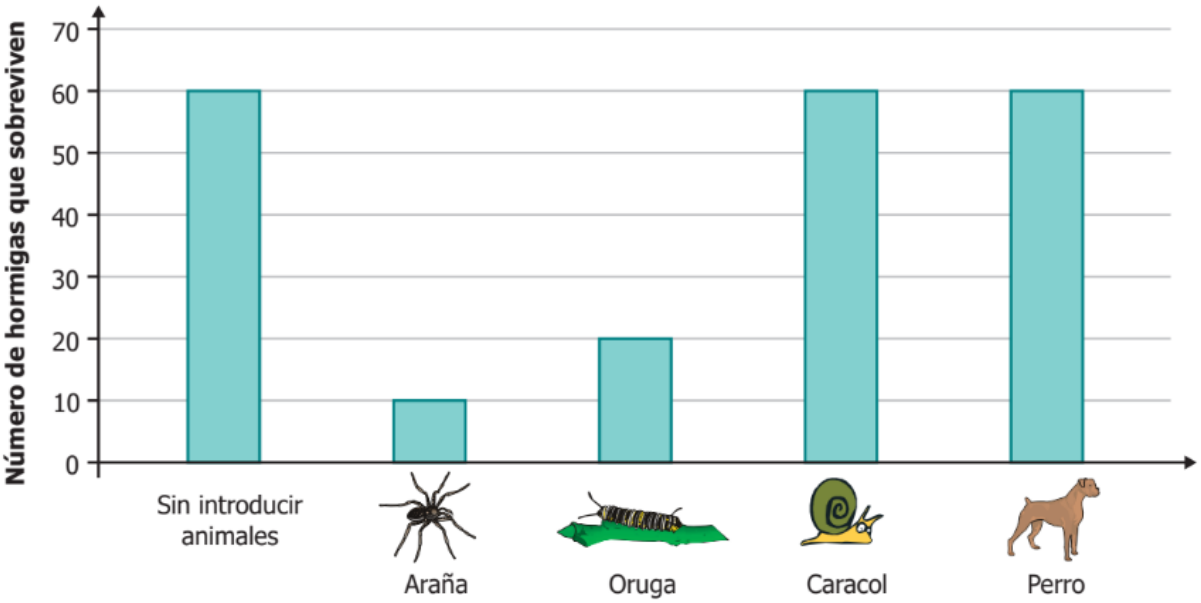
A.

B.

C.

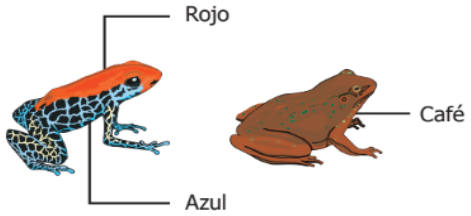
D.

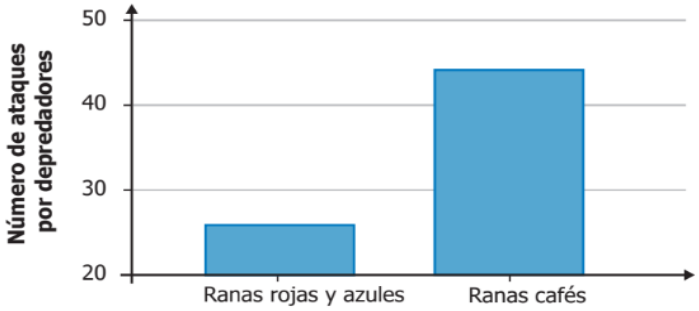
6- Pedro observa la siguiente gráfica en la que se muestra el efecto de introducir cuatro animales en una población de 60 hormigas.



Él pretende controlar una plaga de hormigas que está comiéndose las plantas de su jardín, mediante la introducción de alguna de estas cuatro especies de animales. Si Pedro tiene que tomar una decisión para controlar la plaga de hormigas, ¿cuál animal es la mejor opción?
A. La araña. B. La oruga. C. El caracol. D. El perro.

7- Unos científicos colocaron dos grupos de ranas hechas de plastilina a lo largo de un bosque. Un grupo es de color rojo y azul, típico de ranas venenosas, y el otro grupo es de color café, típico de ranas no venenosas. Después de 48 horas, contaron las marcas en la plastilina, producto de ataques por parte de depredadores. Los resultados se muestran en la gráfica.



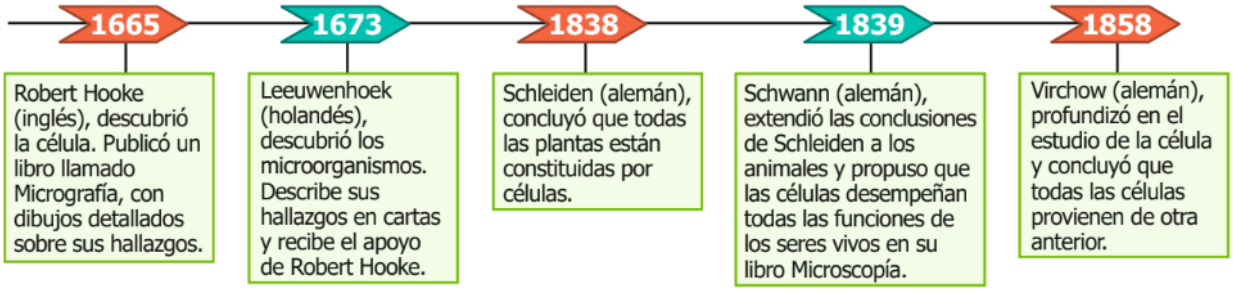


Teniendo en cuenta la información anterior, ¿cuál de las siguientes preguntas se puede contestar con los resultados del experimento?
A. ¿Cuál es la ubicación de las ranas rojas y azules, y de las cafés en el bosque?
B. ¿Influye el color de las ranas en el número de ataques por parte de los depredadores?
C. ¿Cuál es el tamaño de los insectos que consumen las ranas rojas y azules?
D. ¿Influye el color de las ranas en la dieta de ambas especies de ranas?

8- Un estudiante tiene la siguiente hipótesis: “El plástico utilizado para la elaboración de ciertos envases de bebidas puede ser degradado por la especie de bacteria conocida como Pseudomona aeruginosa”. Esta especie crece en medios de cultivo específicos y a una temperatura de incubación de 30 °C. El estudiante propone el siguiente diseño experimental

para comprobar su hipótesis.
• Recolectar, triturar y esterilizar el plástico.
• Colocar el plástico triturado en un recipiente a 30 °C.
• Registrar el porcentaje de degradación del plástico por 10 días.
Teniendo en cuenta esta información, ¿es adecuado el diseño experimental propuesto por el estudiante para verificar la hipótesis?
A. No, porque en ninguno de los pasos se hace referencia al uso de las bacterias para la degradación del plástico.
B. Sí, porque se trabaja a 30 °C, que es la temperatura adecuada para realizar la degradación del plástico.
C. No, porque falta el paso inicial donde se detalla el tratamiento previo del plástico para que pueda ser degradado.
D. Sí, porque se detalla que el tiempo necesario para tomar los resultados de la degradación del plástico es de 10 días.

9- Manuel está estudiando sobre la teoría celular y encuentra en un libro la siguiente línea del tiempo sobre el desarrollo de esta teoría.



De acuerdo con la información presentada, ¿qué aspecto del trabajo en ciencias fue importante para el desarrollo de la teoría celular?

A. El aporte económico hecho a los científicos por parte del gobierno para las investigaciones sobre la célula.
B. La comunicación de los descubrimientos por parte de los investigadores en este campo, que da avance a la teoría.
C. El hecho de que todos los investigadores fueran del mismo país facilitó las investigaciones hacia la teoría celular.
D. El trabajar lo más rápido posible para que una teoría esté culminada en menos de diez años.

10- En una investigación sobre la importancia del agua en los seres humanos, se revelan los siguientes datos.

Grupos de personas	Porcentaje corporal de agua total	Requerimiento de agua (litros/día)
Niños	70	1,3
Adolescentes	65	2,2
Adultos	60	2,5
Adultos mayores	50	2,7

Según la información recolectada, ¿qué tipo de tendencia se puede identificar?

A. El porcentaje de agua corporal de los niños en relación a las otras edades es menor y su requerimiento es mayor.
B. El requerimiento de agua y porcentaje corporal de los adultos es tres veces mayor que el de los adolescentes.
C. El aumento de la edad evidencia incremento en el porcentaje de agua y disminución del requerimiento diario.
D. El aumento de edad evidencia disminución en el porcentaje de agua corporal y aumento en los requerimientos de agua.

Información sobre cada una de las preguntas para hacer retroalimentación a los estudiantes.

1) **Pregunta 3: I_1891084**
   Competencia: Indagación
   Componente : entorno vivo.
   Afirmación : Comprende que el conocimiento científico es una construcción humana y social, que se transforma y se reconstruye continuamente a través de la investigación, respondiendo a momentos históricos.
   Evidencia : Comprende que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre seres vivos, sistemas, procesos y fenómenos naturales, incluyendo aquellos que tienen incidencia social, y que estas son susceptibles a cambiar con el tiempo y a ser evaluadas de acuerdo con la evidencia.
   Justificación de la respuesta correcta: La opción C es la respuesta correcta porque en la línea de tiempo presentada se puede observar que los aparatos van evolucionando y se pueden reconocer cada vez partículas más pequeñas.
   Opciones no válidas: La opción A no es la respuesta correcta porque los organismos o estructuras que no se podían reconocer ya existían, solo no había la tecnología necesaria para su reconocimiento. La opción B no es la respuesta correcta porque el solo ojo humano no puede reconocer estructuras microscópicas por más que se tenga información sobre este órgano. La opción D no es la respuesta correcta porque gracias a los avances tecnológicos en los microscopios es que se pudo llegar a plantear esas teorías y a realizar descubrimientos.

2) **Pregunta 9 : I_1766050**
   Competencia: Indagación
   Componente : entorno vivo.
   Afirmación : Diseña y evalúa procedimientos experimentales en contextos naturales y ambientales, además, comunica resultados que permiten dar respuesta a sus preguntas e hipótesis.
   Evidencia : Utiliza diversas formas de representación para comunicar los resultados y plantea conclusiones derivados de una investigación científica referida a contextos naturales y ambientales.
   Justificación de la respuesta correcta: La opción B es la respuesta correcta porque los dibujos muestran los resultados sobre el movimiento de la planta en búsqueda de la luz, como resultado del experimento realizado.
   Opciones no válidas: La opción A no es la respuesta correcta porque los dibujos no muestran lo que se hizo, sino los resultados de lo que se hizo. La opción C no es la respuesta correcta porque solo se muestran los resultados y no hay ningún análisis de estos a la luz de las hipótesis y las teorías. La opción D no es la respuesta correcta porque los dibujos no muestran el propósito de la investigación.

3) **Pregunta 12 : I_1954533**
   Competencia: Indagación

Componente : entorno vivo.
Afirmación : Diseña y evalúa procedimientos experimentales en contextos naturales y ambientales; además, comunica resultados que permiten dar respuesta a preguntas e hipótesis.
Evidencia : Evalúa y propone procedimientos experimentales apropiados para responder preguntas e hipótesis, según el fenómeno estudiado, en una situación problema referida a contextos naturales y ambientales.
Justificación de la respuesta correcta: opción A La adaptación está relacionada con los procesos de respuesta morfológica, fisiológica y comportamental de los organismos, ante la variación ambiental.
Opciones no válidas: La opción B no es la respuesta correcta, porque las características físicas y químicas de los suelos, si bien dan cuenta de organismos que allí se desarrollan, no aportan los datos de adaptaciones de los organismos. La opción C no es la respuesta correcta, porque los datos de tiempo atmosférico, si bien son indicadores ambientales, no dan cuenta suficiente de las adaptaciones de los organismos. La opción D no es la respuesta correcta, porque los registros de tamaño en distintos casos responden a factores ambientales, pero es insuficiente esta información en cuanto a las adaptaciones de los organismos.

4) **Pregunta 16: I_1954649**
Competencia: Indagación
Componente : entorno vivo.
Afirmación : Comprende que el conocimiento científico es una construcción humana y social que se transforma y se reconstruye continuamente a través de la investigación, respondiendo a momentos históricos.
Evidencia : Comprende que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre seres vivos, sistemas, procesos y fenómenos naturales, incluyendo aquellos que tienen incidencia social, y que estas son susceptibles a cambiar con el tiempo y a ser evaluadas de acuerdo con la evidencia.
Justificación de la respuesta correcta: Opción A Con la información encontrada en el libro el estudiante comprende que las neuronas no aparecen ni desaparecen del cuerpo cuando se reciben estímulos, por el contrario, están presentes en todo el cuerpo formando una red.
Opciones no válidas: La opción B no es la respuesta correcta, porque las neuronas están presentes en todo el cuerpo y no aparecen cuando perciben impulsos químicos o eléctricos, además estos impulsos no se perciben, son la forma de transportar los estímulos para que lleguen al cerebro. La opción C no es la respuesta correcta, porque, aunque en esta opción se reconoce que las neuronas están presentes en todo el cuerpo, no se comprende la función de estas y se afirma de manera errada que son las únicas células encargadas de dar respuesta a los estímulos, cuando otros tipos de células, como por ejemplo las musculares, son indispensables para responder a estos. La opción D no es la respuesta correcta, porque las neuronas no desaparecen de nuestro cuerpo al recibir estímulos químicos o eléctricos, por el contrario, las neuronas

están presentes en todo el cuerpo y ellas son las encargadas de enviar los estímulos percibidos al cerebro por medio de impulsos químicos y eléctricos.

5) **Pregunta 2 I_1896083**
Competencia: Indagación
Componente : entorno vivo.
Afirmación : Diseña y evalúa procedimientos experimentales en contextos naturales y ambientales; además, comunica resultados que permiten dar respuesta a preguntas e hipótesis.
Evidencia : Utiliza diversas formas de representación para comunicar los resultados y plantear conclusiones derivadas de una investigación científica, referida a contextos naturales y ambientales.
Justificación de la respuesta correcta: La opción B es la respuesta correcta porque la pirámide ecológica está construida con los datos proporcionados y se mantiene el orden de cada grupo, dejando los productores en la base de la pirámide, luego los consumidores primarios, posteriormente, los consumidores secundarios y, por último, los consumidores terciarios.
Opciones no válidas: La opción A no es la respuesta correcta porque la pirámide está mal construida, no se utilizaron correctamente los datos proporcionados y tampoco se mantuvo el orden de los diferentes grupos. La opción C no es la respuesta correcta porque la pirámide está mal construida. Aunque se utilizaron correctamente los datos proporcionados, no se mantuvo el orden de los diferentes grupos. La opción D no es la respuesta correcta porque la pirámide está mal construida, no se utilizaron correctamente los datos proporcionados ni se mantuvo el orden de los diferentes grupos.

6) Pregunta 10 I_1474445
Competencia: Indagación
Componente : entorno vivo.
Afirmación: Comprende que el conocimiento científico es una construcción humana y social, que se transforma y se reconstruye continuamente a través de la investigación, respondiendo a momentos históricos.
Evidencia: Propone preguntas y explicaciones acerca de seres vivos, sistemas, procesos y fenómenos naturales, incluyendo aquellos que tienen incidencia social, a partir de la información científica disponible.
Justificación de la respuesta correcta: La opción A es la respuesta correcta porque con la araña se obtiene la mayor reducción en el número de hormigas.
Opciones no válidas: La opción B no es la respuesta correcta porque, aunque con la oruga se obtiene una reducción en el número de hormigas, no es el animal que produce una mayor reducción. La opción C no es la respuesta correcta porque con el caracol no se obtiene ningún cambio en el número de hormigas. La opción D no es la respuesta correcta porque con el perro no se obtiene ningún cambio en el número de hormigas.

7) **Pregunta 17 I_1474190**
   Competencia: Indagación
   Componente : entorno vivo.
   Afirmación: Comprende que el conocimiento científico es una construcción humana y social, que se transforma y se reconstruye continuamente a través de la investigación, respondiendo a momentos históricos.
   Evidencia: Propone preguntas y explicaciones acerca de seres vivos, sistemas, procesos y fenómenos naturales, incluyendo aquellos que tienen incidencia social, a partir de la información científica disponible.
   Justificación de la respuesta correcta: La opción B es la respuesta correcta porque se recolectaron datos del color de las ranas y del número de ataques, y, al compararlos, puede establecerse la influencia del color en el número de ataques.
   Opciones no válidas: La opción A no es la respuesta correcta porque no hay datos sobre en qué lugares se pusieron las ranas. La opción C no es la respuesta correcta porque el estudio no tiene que ver con lo que comen las ranas, sino con las preferencias de los depredadores de las ranas. La opción D no es la respuesta correcta porque con los datos no puede determinarse qué come cada especie de rana, ni si esto se relaciona con su color.

8) **Pregunta 5 I_1954349**
   Competencia: Indagación
   Componente : entorno vivo.
   Afirmación: Diseña y evalúa procedimientos experimentales en contextos naturales y ambientales; además, comunica resultados que permiten dar respuesta a preguntas e hipótesis.
   Evidencia: Evalúa y propone procedimientos experimentales apropiados para responder preguntas e hipótesis, según el fenómeno estudiado, en una situación problema referida a contextos naturales y ambientales.
   Justificación de la respuesta correcta: La opción A En el experimento propuesto, el proceso de incubación de las bacterias y el posterior tratamiento del plástico con las bacterias no se tienen en cuenta, por lo tanto, el procedimiento experimental propuesto no va a permitir probar la hipótesis planteada.

Opciones no válidas: La opción B no es la respuesta correcta, porque, aunque se menciona que el plástico triturado se debe trabajar en una temperatura de 30 °C, no se habla de la incubación de las bacterias ni de la degradación del plástico por estas.

La opción C no es la respuesta correcta, porque se puede observar que en el primer paso se está detallando el tratamiento que debe tener el plástico, el cual debe ser recolectado, triturado y luego esterilizado antes de someterlo a la degradación por las bacterias.

La opción D no es la respuesta correcta, porque afirma que el experimento sí permite comprobar la hipótesis, pero no se detalla el proceso de incubación de las bacterias ni el proceso de degradación del plástico por estas y, aunque el tiempo necesario para la

recolección de datos es una variable de interés, hace falta otro paso para comprobar la hipótesis.

9) **Pregunta 18 I_1954433**
Competencia: Indagación
Componente : entorno vivo.

Afirmación: Comprende que el conocimiento científico es una construcción humana y social que se transforma y se reconstruye continuamente a través de la investigación, respondiendo a momentos históricos.
Evidencia: Comprende que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre seres vivos, sistemas, procesos y fenómenos naturales, incluyendo aquellos que tienen incidencia social, y que estas son susceptibles a cambiar con el tiempo y a ser evaluadas de acuerdo con la evidencia.
Justificación de la respuesta correcta: Esta opción B muestra un aspecto que se relaciona con el trabajo en las ciencias naturales, como lo es la comunicación, sin esta, el trabajo se vería retrasado o se tendería a repetir las investigaciones impidiendo su avance. El sentido de la ciencia es generar conocimiento, hacerlo aplicable y permitir su avance, esto se logra, entre otros aspectos, gracias a la comunicación.
Opciones no válidas: La opción A no es la respuesta correcta, porque en el enunciado no se hace referencia a este aspecto, no puede deducirse de la información dada, no se presenta una relación directa entre el aporte económico gubernamental y los hallazgos en el campo de la teoría celular.

La opción C no es la respuesta correcta, porque no todos los investigadores mencionados en el enunciado presentan la misma nacionalidad, además, que sean de un mismo país no es relevante para el desarrollo del conocimiento y el avance de la ciencia.

La opción D no es la respuesta correcta, porque hace referencia a la rapidez con que avanza la ciencia, pero esto no está completamente determinado a un periodo; y aunque algunas teorías se desarrollan de manera rápida, otras, como la teoría celular, tardan cientos o miles de años en llegar a considerarse teorías, y aún hoy no se piensan como terminadas, sino que están siendo continuamente reevaluadas.

10) **Pregunta 19 I_1954441**
Competencia: Indagación
Componente : entorno vivo.
Afirmación: Comprende que el conocimiento científico es una construcción humana y social que se transforma y se reconstruye continuamente a través de la investigación, respondiendo a momentos históricos.
Evidencia: Propone preguntas y explicaciones acerca de seres vivos, sistemas, procesos y fenómenos naturales, incluyendo los que tienen incidencia social, a partir de la información científica disponible.
Justificación de la respuesta correcta: La opción D , Los datos muestran que, con el

aumento de la edad en los adultos y adultos mayores, el porcentaje de agua corporal disminuye y el requerimiento de agua en litros por día aumenta.

Opciones no válidas: La opción A no es la respuesta correcta, porque la tabla presenta que en los niños el porcentaje de agua corporal es mayor y el requerimiento en comparación con los otros grupos de edad es menor.

La opción B no es la respuesta correcta, porque los datos de la tabla muestran que la cantidad de agua requerida en litros por día por adultos no es tres veces mayor en comparación con los adolescentes, esta tiende a ser semejante.

La opción C no es la respuesta correcta, porque la tabla registra que, con el aumento de la edad, los grupos van disminuyendo el porcentaje de agua corporal y aumentando los requerimientos de consumo de agua en litros por día.

PRÁCTICA #1

RECONOCIMIENTO DE LA CÉLULA

OBJETIVOS

- Observar los tipos de células eucariotas y las características que la diferencian.
- Identificar las estructuras básicas de la célula.
- Reconocer que todos los seres vivos están formados por células.
- Practicar en el uso del microscopio para descubrir el mundo celular.

MATERIALES

- Microscopio.
- Portaobjetos y cubreobjetos.
- Cuchilla.
- Pinzas.
- Lugol o azul de metileno
- Baja lenguas
- Bulbos de cebolla.
- Corcho

PROCEDIMIENTO

En grupos de cuatro estudiantes reuna el material necesario y realice el siguiente procedimiento. Observe cada muestra y dibuje cada una de ellas en las tablas dispuestas en la sección de resultados.

A. Preparación de la muestra de corcho y de cebolla.

1. Haga un corte muy delgado (casi transparente) de corcho.
2. Coloque en un portaobjetos una gota de agua y sobre ella el corte de corcho; deje que se humedezca.
3. Coloque el cubreobjetos procurando que no se formen burbujas.
4. Acomode el portaobjetos en la platina del microscopio. Observe la preparación con el objetivo de menor aumento.
5. Elabore un dibujo de lo observado en la tabla correspondiente. Sea especifico en las caracteristicas observadas, colores, estructuras, tamaño, entre otros.
6. Cambie al objetivo de mayor aumento. Elabore el dibujo correspondiente.
7. Repita el mismo procedimiento para observar la cebolla, pero en el paso 2, agregue una gota de azul de metileno o lugol.

B. Preparación de la muestra de epitelio bucal.

1. Para obtener la muestra para esta muestra, raspe suavemente el interior de la boca con el baja lenguas. Repita la operación varias veces y deposite la mucosa blanca obtenida en el portaobjetos.
2. Realice un frotis de la mucosa con el palillo sobre el portaobjetos.
3. Fije la preparación pasando el portaobjetos por la llama del mechero varias veces sin detenerse.
4. Aplique dos gotas de azul de metileno o lugol sobre la muestra y espere 2 minutos. Retire el exceso de colorante.
5. Aplique dos gotas de agua sobre la muestra y cololque el cubreobjetos.
6. Observe a través del microscopio y observe la preparación. Dibuje lo observado en la tabla correspondiente.
7. Cambie el objetivo a mayor aumento y dibuje lo observado.

RESULTADOS

Complete las siguientes tablas con los dibujos de cada una de las muestras. Señale las estructuras que identifique de acuerdo a lo visto en clase.

A. Muestra de corcho y de cebolla.

Muestra de corcho	
	Tipo de célula: Aumento: Descripción:
	Tipo de célula: Aumento: Descripción:
Muestra de cebolla	
	Tipo de célula: Aumento: Descripción:
	Tipo de célula: Aumento: Descripción:

B. Muestra del epitelio bucal.

Muestra del epitelio bucal	
	Tipo de célula: Aumento: Descripción:
	Tipo de célula: Aumento: Descripción:

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué tienen en común las 3 muestras observadas?

_____
_____
_____
_____
_____

2. ¿Qué diferencias encuentran entre las muestras observadas?

_____
_____
_____
_____
_____

3. ¿Qué características ayudan a identificar si la muestra es una célula animal o vegetal?¿Por qué?

_____
_____
_____
_____
_____

4. ¿Por qué se utiliza el azul de metileno?

_____
_____
_____
_____

5. ¿Qué estructuras puede identificar en las muestras?

_____
_____
_____

_____

6. ¿Qué otras muestras usaría para observar diferentes tipos de células?

_____
_____
_____
_____

7. ¿Cómo modificarían la práctica para poder demostrar el primer postulado de la toria celular “todos los seres vivos estan formados por una o más células?

_____
_____
_____
_____

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los objetivos iniciales, plantee 4 conclusiones.

PRACTICA #2

DIFUSIÓN EN MEMBRANA BIOLOGICA

OBJETIVOS

- Comprender el concepto de ósmosis.
- Observar el movimiento de agua a través de una membrana semipermeable (la pared celular de la zanahoria).

MATERIALES:

- Frasco de vidrio
- Cuchillo
- 1 zanahoria
- Palillos
- Pitillo
- Plastilina
- Azúcar

PROCEDIMIENTO

1. Cortar la zanahoria de tal forma que quede a la mitad del recipiente.
2. Con ayuda de un cuchillo abrir un agujero en el centro de la zanahoria y raspar hasta dejar 3 milimetros de grosor sin romper(simulando la forma de un cono).
3. Llenar la zanahoria de azucar hasta la mitad.
4. Con la plastilina, formar una tapa para la parte superior de la zanahoria.
5. Introducir en la mitad de la plastilina el pitillo. Dejar un pequeño espacio entre el pitillo y el azúcar y verificar que ambos extremos del pitillo queden libres de obstrucciones.
6. Con ayuda de los palillos colocar la zanahoria dentro del frasco.
7. Llenar de agua hasta antes de la tapa de la plastilina.
8. Observe que ocurre con la zanahoria luego de 24 horas.

PREDICCIONES

1. ¿Qué crees que ocurrirá con el agua en el frasco?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. ¿Qué cree que ocurrirá con la zanahoria?

_____
_____
_____
_____
_____

RESULTADOS

Dibujar y describir el montaje del experimento en el punto inicial y pasadas 24 horas

Descripción:	**Descripción:**

Análisis y discusión:

1. ¿Qué cambios se evidenciaron en el agua del frasco?

2. ¿Qué cambios observaron en la zanahoria?

3. ¿ Estas observaciones coincieden con su predicción?

4. ¿Puedes observar este fenómeno en la naturaleza ?

1.19.1 5. ¿Cuál es el papel de la zanahoria en el fenómeno observado?

6. ¿Qué papel tiene el azúcar en el experimento?

7. ¿A que se debe el comportamiento del agua en el experimento?

_____
_____
_____

1. Difusión en celofán o en remolacha (aprendizaje activo)

Propósito: Comprender el fenómeno de la **difusión** a través de membranas semipermeables y relacionarlo con el transporte celular.
Descripción: Se utilizan bolsas de celofán rellenas con soluciones de diferente concentración, o trozos de remolacha sumergidos en agua con distintas sustancias. El colorante o los pigmentos de la remolacha evidencian el paso de moléculas de un medio a otro, mostrando cómo ocurre la difusión en la célula.
Valor educativo: Favorece la observación directa y la formulación de explicaciones por parte de los estudiantes, quienes verifican cómo el gradiente de concentración influye en el movimiento de sustancias. Esto conecta con la enseñanza activa, ya que los estudiantes manipulan los materiales y construyen el concepto a partir de la experiencia.

2. **2. Experimento de xilema y floema en plantas (transporte a través de la planta)**

Propósito: Identificar los tejidos conductores en las plantas (xilema y floema) y comprender cómo transportan agua, minerales y nutrientes.
Descripción: Se coloca una rama de apio o de otra planta de tallo blando en un vaso con agua y colorante vegetal. Tras algunas horas, se observa cómo el color asciende por el tallo, tiñendo los vasos conductores. Se pueden hacer cortes transversales para visualizar los conductos.
Valor educativo: Este experimento permite a los estudiantes vincular la noción de transporte a nivel celular con procesos fisiológicos más complejos en los vegetales. Además, fomenta la capacidad de indagación al observar, registrar y explicar el fenómeno desde la biología estructural y funcional.

3. **3. Experimento de la papa o la zanahoria (ósmosis y mediciones)**

Referencia: Proyecto de indagación ósmosis en papa – Experimentos fáciles
Propósito: Analizar el fenómeno de la **ósmosis** y realizar mediciones que permitan comprobar el movimiento de agua a través de la membrana celular.
Descripción: Se cortan cilindros de papa o zanahoria y se sumergen en soluciones con diferente concentración de sal o azúcar (agua destilada, solución salina y solución concentrada). Tras algunas horas, se comparan cambios en tamaño, masa y textura. Los estudiantes registran datos y elaboran gráficas.
Valor educativo: Este experimento fortalece la comprensión del transporte de agua a través de membranas celulares y fomenta el aprendizaje activo al integrar mediciones cuantitativas. Además, desarrolla habilidades en el uso de datos, el análisis de resultados y la construcción de explicaciones científicas.

Anexo 2. Entrevista semiestructurada

Entrevista Semiestructurada

Datos generales del entrevistado

- Nombre (opcional): _____
- Rol: Estudiante / Docente
- Grado o área: _____

Bloque 1. Percepciones iniciales sobre la enseñanza de las ciencias

1. ¿Qué entiendes por aprender ciencias en el colegio?
2. Antes de trabajar con la secuencia experimental, ¿cómo describirías la forma en que normalmente se enseñaba el tema de transporte celular o de la membrana?
3. ¿Qué dificultades consideras que existen al aprender o enseñar estos conceptos?

Bloque 2. Experiencia con la secuencia experimental

4. ¿Cómo fue tu experiencia al participar en las prácticas de laboratorio propuestas en la secuencia experimental?
5. ¿Qué actividad experimental te resultó más interesante (por ejemplo, difusión en remolacha, ósmosis en papa, transporte en plantas) y por qué?
6. ¿Consideras que la secuencia experimental te permitió comprender mejor el concepto de transporte a través de membrana? Explica tu respuesta.

Bloque 3. Competencia de indagación

7. Durante la experiencia, ¿tuviste la oportunidad de formular preguntas o hipótesis propias sobre los fenómenos observados? ¿Cómo fue esa experiencia?
8. ¿Qué aprendiste sobre el proceso de observar, registrar datos y sacar conclusiones en ciencias?
9. ¿Crees que la secuencia experimental fortaleció tu capacidad para investigar y pensar de manera crítica? ¿Por qué?

Bloque 4. Uso de herramientas TIC y motivación

10. ¿Qué opinas del uso de herramientas como Kahoot o Quizizz durante la secuencia experimental?

11. ¿Estas herramientas contribuyeron a tu motivación y aprendizaje? ¿De qué manera?
12. ¿Cambió tu interés hacia la biología o hacia el aprendizaje de las ciencias después de participar en estas actividades?

Bloque 5. Valoración global

13. ¿Qué aspectos positivos destacarías de la secuencia experimental?
14. ¿Qué aspectos consideras que podrían mejorarse?
15. En general, ¿cómo describirías tu experiencia de aprendizaje con esta propuesta en comparación con las clases tradicionales de ciencias?

Anexo 3. Encuesta

Población objetivo: Estudiantes de grado 6.º (601–602)
Tiempo estimado: 8–10 minutos
Escala de respuesta (tipo Likert, marcar una):
1 = Totalmente en desacuerdo | 2 = En desacuerdo | 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo | 4 = De acuerdo | 5 = Totalmente de acuerdo

- **A. Datos generales**

A1. Curso:

□ 601

□ 602
A2. Edad: ____ años
A3. Sexo:

□ F □ M □ Otro: ____ □ Prefiero no decir

A4. He participado en prácticas de laboratorio antes de esta experiencia:

□ Sí □ No

- **B. Dimensión 1 — Competencia de indagación (preguntas, hipótesis, registro y explicación)**

I1. En mi clase formulo **preguntas investigables** sobre los fenómenos que observo. (1–5)
I2. Soy capaz de **plantear hipótesis** antes de un experimento. (1–5)
I3. Registro **datos** de manera ordenada durante las prácticas. (1–5)
I4. Puedo **explicar resultados** usando evidencia de la práctica. (1–5)
I5. Identifico **variables** que deben controlarse en el experimento. (1–5)
I6. Me siento capaz de **argumentar** mis conclusiones con datos. (1–5)

- **C. Dimensión 2 — Comprensión del transporte a través de membrana**

T1. Comprendo la diferencia entre **difusión** y **ósmosis**. (1–5)
T2. Puedo explicar cómo la **membrana celular** regula el intercambio de sustancias. (1–5)
T3. Relaciono lo aprendido con **situaciones cotidianas** (p. ej., sal en alimentos, deshidratación). (1–5)
T4. Identifico **ejemplos** de transporte activo y pasivo. (1–5)

- **D. Dimensión 3 — Motivación e interés por aprender ciencias**

M1. Me **interesa** aprender ciencias con actividades experimentales. (1–5)
M2. Me siento **motivado/a** cuando puedo investigar y descubrir por mí mismo/a. (1–5)

M3. Considero que la ciencia es **útil** para entender el mundo. (1–5)
M4. Después de esta secuencia, tengo **más interés** en la biología. (1–5)

- **E. Dimensión 4 — Percepción de la secuencia experimental (diseño y claridad)**

S1. Las **instrucciones** de las prácticas fueron claras. (1–5)
S2. El **tiempo** para cada actividad fue suficiente. (1–5)
S3. Los **materiales** fueron adecuados y seguros. (1–5)
S4. Las actividades me ayudaron a **aprender paso a paso**. (1–5)
S5. Recibí **retroalimentación** oportuna sobre mis resultados. (1–5)

- **F. Dimensión 5 — Uso de TIC (Kahoot y Quizizz)**

K1. Kahoot/Quizizz hicieron la clase **más dinámica**. (1–5)
K2. Estas herramientas me ayudaron a **repasar** conceptos clave. (1–5)
K3. Los cuestionarios me permitieron **identificar errores** y mejorar. (1–5)
K4. Prefiero combinar **laboratorio + TIC** en las clases de ciencias. (1–5)

- **G. Dimensión 6 — Trabajo en equipo y clima de aula**

C1. En el equipo, **colaboramos** para resolver problemas. (1–5)
C2. Participé activamente durante las prácticas. (1–5)
C3. Sentí un **ambiente de respeto** y apoyo entre compañeros. (1–5)

- **H. Valoración global**

V1. La secuencia experimental **me ayudó a aprender mejor** transporte a través de membrana. (1–5)
V2. Recomendaría este tipo de actividades para **otras clases** de ciencias. (1–5)

- **I. Preguntas abiertas (opcional)**

O1. ¿Qué fue lo que **más** te ayudó a aprender durante la secuencia?
O2. ¿Qué **mejorarías** de las prácticas o los instrumentos TIC?
O3. Escribe una **conclusión** o idea clave que te llevas sobre transporte a través de membrana.

- **Especificaciones técnicas del instrumento**

Codificación sugerida:

- Competencia de indagación: I1–I6
- Transporte a través de membrana: T1–T4
- Motivación: M1–M4
- Secuencia experimental: S1–S5
- TIC: K1–K4

- Trabajo en equipo/clima: C1–C3
- Valoración global: V1–V2

Cálculo de puntajes (por dimensión): promedio de los ítems de cada escala (1–5).

- Interpretación orientativa:

  1.00–2.49 = Bajo

  2.50–3.49 = Medio

  3.50–5.00 = Alto

Fiabilidad: calcular **alfa de Cronbach** por dimensión (meta ≥ 0.70).
Validez de contenido: revisar con 2–3 docentes del área para ajuste de redacción y pertinencia.
Aplicación: papel/lápiz o formulario digital.
Ética: participación voluntaria, anonimato y uso académico de la información.

- **Versión breve para docentes**

Escala 1–5, mismos anclajes.

D1. La secuencia promueve **preguntas investigables** y **formulación de hipótesis**.
D2. Los estudiantes **registran datos** y **argumentan** con evidencias.
D3. Los materiales y tiempos fueron **pertinentes**.
D4. Kahoot/Quizizz **apoyaron** la retroalimentación.
D5. Observé **mejoras** en la comprensión de difusión y ósmosis.
D6. El trabajo en equipo mejoró la **participación**.
D7. En general, la secuencia fue **efectiva** para fortalecer la indagación.

Anexo 4. Análisis bibliográfico

Referencia (APA 7.ª ed.)	**Objetivo del estudio o texto**	**Metodología / Tipo de estudio**	**Principales hallazgos / aportes**	**Limitaciones señaladas por los autores**	**Relación con la investigación**
Autor, A. A. (Año). Título. Editorial/Revista. DOI/URL	¿Qué buscaba el autor o autores?	¿Cómo se llevó a cabo la investigación? (cualitativa, cuantitativa, revisión, estudio de caso, etc.)	Resultados centrales o ideas clave del texto.	Aspectos que el estudio no cubrió, vacíos o recomendaciones futuras.	¿Cómo se conecta con la secuencia experimental, la indagación científica o el transporte celular?

Anexo 5. Actividad Dinosaurio Hidráulico

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL CARRASQUILLA
Resolución Oficial No. 004449 del 19 de octubre de 2004
Nit. 832005391-6

Objetivo de Aprendizaje:

Construir un modelo funcional de dinosaurio (o una parte de él, como la cabeza o una extremidad) usando principios hidráulicos (jeringas y agua) y, simultáneamente, **investigue, aplique y presente** los aspectos biológicos y ecológicos clave del dinosaurio seleccionado.

"Tu misión es ir más allá de lo mínimo(no es solo cumplir). Crea un dinosaurio que puede mover alguna de sus extremidades y puedas comunicar el entorno de vida del dinosaurio."

Tema	Tarea para Construir "crear"	Cumple / No cumple	Auto evaluación
Nombre científico y nombre común del dinosaurio	1. **Ficha del Experto:** Escribir ambos nombres y comprender la diferencia.		
Características físicas	2. Investigar **tamaño** (comparado con objetos actuales), **coloración** (hipótesis basadas en el hábitat), si tenía **escamas, pelo o plumas** (según evidencia científica).		
Tipo de nutrición y dieta	3. Clasificarlo como **herbívoro, carnívoro u omnívoro**. Detallar 2-3 **animales o plantas** específicos que consumía.		
Características del Hábitat	4. Describir el ecosistema (clima, vegetación, relieve) del período en que vivió.		

Actividad: Crear una Ficha de Experto con la información requerida y un boceto a color del dinosaurio. (Cartelera – trifold- afiche o otra forma de exponer la información con su material de apoyo, trabajos anteriores , el fosil, etc)

Imágenes de ejemplos.

Proyecto día de la ciencia (Biología – análisis de graficas) 2025
Profesor Manuel Fernando López

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL CARRASQUILLA
Resolución Oficial No. 004449 del 19 de octubre de 2004
Nit. 832005391-6

¿cómo medimos el éxito de esta aventura sobre los elementos y usos? Mediante la rúbrica de evaluación. No se trata de cuánto sabemos, sino de qué tan bien logramos conectar, aplicar y justificar lo que aprendimos.

Categoría de Evaluación	1 Punto (Aprendiz)	2 Puntos (Científico)	3 Puntos (Experto)	4 Puntos (Genio)
1. Contenido Biológico (Ficha de Experto)	La información de la ficha de experto es escasa o presenta errores conceptuales graves (ej. el nombre científico no es correcto o la dieta es incoherente con el tipo de dinosaurio).	La ficha de experto presenta la información requerida, pero es general. Falta detallar uno de los puntos .	La ficha de experto presenta toda la información requerida (Nombre Científico/Común, Características, Dieta, Hábitat) de forma clara y correcta.	La ficha de experto presenta la información completa, correcta y el estudiante **justifica** sus hipótesis sobre la forma del dinosaurio y la relación con su habitad (ej. explica por qué la coloración elegida ayudaría al dinosaurio a camuflarse en su hábitat).
2. Modelo Físico y Estética (Construcción y Acabado)	El modelo es incompleto, la estructura es débil y no hay un intento claro de representar las características físicas del dinosaurio elegido.	El modelo es estable y se perciben las características principales del dinosaurio. Sin embargo, el acabado (pintura, textura) es apresurado o la escala de tamaño es incorrecta.	El mecanismo funciona de manera estable. El estudiante demuestra que el movimiento es fluido y que la conexión entre las jeringas y la parte móvil es lógica y eficiente.	El mecanismo no solo es estable y funcional, sino que el estudiante integra más de un punto de movimiento o aplica un principio extra (ej. utiliza diferentes tamaños de jeringas para demostrar amplificación o reducción de fuerza)..
3. Artefactos de Apoyo y Evidencia de Proceso	Presenta solo una de las evidencias solicitadas (ej. la Maqueta o el Fósil) y su elaboración es muy simple o genérica, sin relación directa con el dinosaurio investigado.	Presentan la mayoría de las evidencias (Fósil, *Tri-fold* o Maqueta), pero la calidad de la información o la construcción es básica. El diseño del *Tri-fold* es desordenado o no sigue una estructura lógica.	Presentan todas las evidencias solicitadas. El **Fósil** o la **Maqueta** son detallados y representativos. El **Tri-fold** organiza la información biológica (Dieta, Hábitat, etc.) de manera clara y con atractivo visual.	Los artefactos son innovadores y de alta calidad. El **Fósil** parece auténtico (textura/color). El **Tri-fold** o material extra no solo organiza la información, sino que **incluye referencias y fuentes** de consulta, y conecta visualmente la evidencia con el modelo hidráulico.
4.Presentación Oral y Reflexión	El equipo lee la información sin fluidez o no puede responder preguntas básicas sobre el contenido biológico.	El equipo presenta todos los puntos, pero la exposición es memorizada y mecánica. No logran establecer conexiones claras entre la biología del animal y el ecosistema	El equipo explica el proceso de construcción y el contenido científico con seguridad. Responden a las preguntas, demostrando una **comprensión clara** de los temas abordados durante la construcción del dinosaurio.	El equipo presenta con entusiasmo, establece **relaciones profundas** entre el contenido biológico y el diseño del modelo, y **reflexiona** sobre los desafíos de la ingeniería y cómo los resolvieron (metacognición).

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL CARRASQUILLA
Resolución Oficial No. 004449 del 19 de octubre de 2004
Nit. 832005391-6

¡Quiero felicitarlos!

Han completado la fase más importante de este proyecto: la construcción activa de su propio conocimiento sobre Dinosaurios y la relación .

Puntaje total

Nivel de Desempeño	Descripción General	Rango de Puntos	Nota
Aprendiz **(Bajo)**	**Necesita apoyo considerable.** El trabajo demuestra una comprensión muy limitada de los temas. Hay esfuerzo, con errores fundamentales.	4 - 7 puntos	**25-43,75**
Científico **(Básico)**	**Muestra una comprensión básica de los temas.** El trabajo cumple con todos los objetivos mínimos. Demuestra conocimiento preciso de los hechos y el mecanismo funciona.	8 - 10 puntos	**50- 62,5**
Experto (Alto)	**Demuestra una comprensión profunda y bien aplicada**. El trabajo no solo cumple, sino que aplica la información de manera coherente. Hay una conexión clara entre la investigación biológica y el diseño físico.	11 – 13 puntos	**68,75-81,25**
Genio (Superior)	**Logro Sobresaliente.** El trabajo es sobresaliente. Demuestra un dominio absoluto, va más allá de lo pedido (innovación en el mecanismo o detalle), y puede **justificar** cada decisión con base en el conocimiento adquirido.	14 - 16 puntos	**87,50-100**

Anexo 6. Consentimiento informado a los padres de familia (inicio de año)

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL CARRASQUILLA
Preescolar, Primaria, Secundaria y Media Académica
Tenjo Cundinamarca
Nit.- 832.005.391-6 **Código DANE:** 225799000034
Resolución Reconocimiento Oficial **Nº** 004449 de 19 de octubre de 2005.
Resolución **Nº** 011116 de 30 de diciembre de 2009
Resolución **Nº** 009066 de 31 de octubre de 2011
Resolución N° 006200 de 08 de Agosto de 2018
Resolución **Nº** 004038 de 24 de Mayo de 2013

2005 - 2025 20 Años Formando Líderes Íntegros

NOTA: ESTE MANUAL APLICA PARA TODAS LAS PERSONAS VINCULADAS AL COLEGIO Y PARA TODAS LAS ACTIVIDADES PROGRAMADAS POR EL MISMO.

Como Padre de Familia o acudiente, bajo mi responsabilidad:

SI____**NO**___**AUTORIZO** al colegio para tomar fotos y videos como material pedagógico, los cuales tendrán manejo exclusivamente Institucional y podrán ser publicados en los medios de comunicación del colegio (Carteleras, página Web, Facebook, Twitter, entre otros), Secretarias o Alcaldía Municipal.

_____ _____

Firma de la Madre **Firma del Padre**
C.C. C.C.

SI____ **NO** ____ **AUTORIZO** salidas pedagógicas a diferentes sitios turísticos, recreativos, deportivos y culturales del Municipio de Tenjo Cundinamarca, de acuerdo a las actividades programadas por la Institución, Secretarías o Alcaldía Municipal.

_____ _____

Firma de la Madre **Firma del Padre**
C.C. C.C.

Una educación en Libertad y Valores
INSTITUCIÓN EDUCATIVA DPTAL. CARRASQUILLA

Bibliografía

Acevedo, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de las ciencias en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 5*(2), 134–169.

Adúriz-Bravo, A., Merino, C., y Izquierdo, M. (2012). Una aproximación a la construcción de los currículos de química a partir de la estructuración de campos teóricos. *Diario Nacional de Educación Científica, 13*, 42–44. Recuperado de https://pure.pucv.cl/es/publications/an-approach-to-the-construcción

Alcaldía Mayor de Bogotá. (s.f.). *Orientaciones para el área de Ciencias Naturales. Currículo para la Excelencia Académica y Formación Integral* (pp. 20–36).

Alegría, J. E. (2013). *La exploración y experimentación del entorno natural: una estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje de las Ciencias Naturales* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

Almarza, N. (2002). *Diccionario de uso del español actual. Clave*. SM.

Alvarado, R., Armando, D., Vázquez, B., y Camacho, M. (2018). Las Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica y sus aportes a la educación secundaria. *Actualidades Investigativas en Educación, 18*(2), 1–43. https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33170

ANEP-CEIP. (2016). *Modelo de enseñanza de la ciencia por indagación. Área Ciencias Naturales*. Recuperado de http://www.anep.edu.uy/sea/wp-content/uploads/2017/07/Analisis-deCIENCIAS-Foco-1_-Formativas-2017.pdf

Antón, M. (2016). *Enseñanza del mundo vegetal en educación infantil. Propuesta didáctica: "las plantas son seres vivos"* (Tesis de pregrado). Universidad de Valladolid, España.

Araya, N. (2014). Las habilidades del pensamiento y el aprendizaje significativo en matemática, de escolares de quinto grado en Costa Rica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 1–30. Disponible en http://www.redalyc.org/html/447/44731371003

Baena, G. R. A. M. O. (2017). *Metodología de la investigación*. Recuperado de http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf

Bartolomé, M. (1979). *Educación y valores: Sobre el sentido de la acción educativa en nuestro tiempo*. Narcea.

Bezanilla, M. J., Poblete, M., Fernández, D., Arranz, S., y Campo, L. (2018). El pensamiento crítico desde la perspectiva de los docentes universitarios. *Estudios Pedagógicos, 44*(1), 89–113. https://doi.org/10.4067/s0718-07052018000100089

Bunge, M. (1992). ¿Qué es la ciencia? En M. Bunge, *La investigación científica. Su estrategia y filosofía* (pp. 6–23). Editorial Ariel.

Caballer, M. J., y Giménez, I. (s.f.). *Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos*. Centros del Profesorado de Godella y Valencia.

Calatayud, M. (2008). La autoevaluación como estrategia de aprendizaje para atender a la diversidad. *Educaweb*. Recuperado de https://www.educaweb.com/noticia/2008/01/28/autoevaluación-como-estrategia-aprendizaje-atender-diversidad-2752/

Canizales, A. R., Salazar, C., y López, A. (2004). *La experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primaria* (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Mazatlán.

Cardona, M. L. (2013). *Diseño e implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de los tejidos vegetales utilizando una secuencia didáctica en grado séptimo* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Medellín.

Carrascosa, J., Payá, L., Domínguez, M. C., y Climent, M. T. (2007). Sostenibilidad y laboratorios escolares. *Educación Química, 18*(4), 311. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2007.4.65878

Carrascosa, J., y Domínguez, C. (2017). Problemas que dificultan una mejor utilización de la didáctica de las ciencias en la formación del profesorado y en la enseñanza secundaria. *Revista Científica, 3*(30), 167–180. https://doi.org/10.14483/23448350.12289

Carretero, M. (1997). *¿Qué es el constructivismo?* Progreso.

Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D., y Vergara, C. (2010a). La educación científica en Chile: Debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la formación de profesores de ciencia. *Estudios Pedagógicos, 36*(2), 279–293. https://doi.org/10.4067/s0718-07052010000200016

Cofré, H., González-Weil, C., Vergara, C., Santibáñez, D., Ahumada, G., Furman, M., Podesta, M. E., Camacho, J., Gallego, R., y Pérez, R. (2015). Ciencia y formación de profesores de ciencias en América del Sur: El caso de Argentina, Colombia y Chile. *Revista de Formación de Profesores de Ciencias, 26*(1), 45–63. https://doi.org/10.1007/s10972-015-9420-9

Cohen, N., y Gómez, G. (2019). *Metodología de la investigación: ¿para qué? La producción de los datos y los diseños*. CLACSO.

Coll, C. (1999). Un marco de referencias psicológicas para la educación escolar: la concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza. En C. Coll, *Desarrollo psicológico y educación*. Alianza Editorial.

Colombo de Cudmani, L. (2003). ¿Qué puede aportar la epistemología a los diseños curriculares en física? *Dialnet*. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es

Comignaghi, I. (2013). *Constructivismo, el rol del docente y la importancia del currículo*. Facultad de Diseño y Comunicación.

Córdoba, M., y Monsalve, C. (2008). *Tipos de investigación: Predictiva, proyectiva, interactiva, confirmatoria y evaluativa*. Recuperado de http://2633518-0.webhosting.es

Correa de Molina, C. (2016). El desarrollo de habilidades del pensamiento y el papel de los maestros en este proceso. En *Currículo dialógico, sistémico e interdisciplinar: Subjetividad y desarrollo humano* (pp. 244–247).

Crisafulli, F., y Villalba, H. (2013). Laboratorios para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación media general. *Educaraquí: Revista Venezolana de Educación, 17*(58), 475–485. https://www.redalyc.org/pdf/356/35630404011.pdf

Cruz, M. (2011). *Diseño práctico de una unidad didáctica en el área de las ciencias experimentales enmarcado en un proceso de enseñanza-aprendizaje activo y constructivista*.

Curtis, H. (2010). *Biología. La unidad de la vida* (7.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

Dirienzo, Scancich, Ruiz Yanitelli, y Pozzi, Massa. (s.f.). Acerca de la efectividad de una práctica de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación, 1*–5.

Durango, P. A. (2015). *Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Medellín.

Eleizalde, M., Parra, N., Palomino, C., Reyna, A., y Trujillo, I. (2010). Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la biotecnología. *Revista de Investigación, 34*(71), 271–290.

Espinosa Ríos, É. A. (2025). *Fortalecimiento de la competencia científica indagación mediante una secuencia didáctica fundamentada en la mediación didáctica*. [Tesis de maestría].

Espinosa, E., González, K., y Hernández, L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado, 12*(1), 266–281. https://doi.org/10.18041/entrama-hacer.2016v12n1.23125

Félix, C. (1998). *Técnicas de investigación documental*. Recuperado de https://es.scribd.com/document/69039971/Tecnicas-de-Investigacion-Documental

Fernández, N. (2018). Actividades prácticas de laboratorio e indagación en el aula. *Episteme y Didaxis: TED, 44*, 203–218. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n44/0121-3814-ted-44-203.pdf

Flórez, F. (2008). *La influencia positiva de los animales en los niños, que tienen procesos de desarrollo afectivo, cognoscitivos y de comportamiento* (Tesis de pregrado). Universidad de San Buenaventura, Bogotá.

Furman, M. (2016). *Educar mentes curiosas*. Fundación Santillana. Disponible en http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/4776

Gallego-Badillo, R. (1996). *Discurso sobre constructivismo: Nuevas estructuras conceptuales, metodológicas y actitudinales*. Magisterio.

García, M., Magaña, S., y Vásquez, A. (2014). La ciencia, la tecnología y la problemática socioambiental: Secuencias de enseñanza-aprendizaje para promover actitudes adecuadas en los futuros profesores de primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 13*(3), 267–291.

García, R. (2006). Epistemología y teoría del conocimiento. *Salud Colectiva, 2*(2), 109–122.

Gardner, H. (1993). *Inteligencias múltiples*. Paidós.

Gil Pérez, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias, 11*(2), 197–212.

Gil Pérez, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela, 23*, 17–32.

Glasersfeld, E. von. (1993). Piaget y la epistemología constructivista radical. *Revista de Educación*, 493–500.

Golombek, D. A. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: Del laboratorio al aula y viceversa*. Fundación Santillana.

González, E. (2011). Realismo epistemológico. Blog *Emilio Realismo*. Recuperado de http://wwwemiliorealismo.blogspot.com

González-Vílchez, A., y Torija-Bravo, J. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias, 33*(1), 185–202.

Granata, M. L., Chada, M. C., y Barale, C. (2000). La enseñanza y la didáctica: Aproximaciones a la construcción de una nueva relación. *Fundamentos en Humanidades, 1*(1), 45–63.

Guerrero, G. (2015). Tesis centrales del empirismo lógico. *Sophia, 11*(2), 155–168.

Henao, B. (2011). El dogmatismo. *Facilitadora Virtual*. Recuperado de http://facilitadoravirtual.blogspot.com

Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

McKernan, J. (1999). *Investigación-acción y currículo*. Morata.

McMillan, J. H. (2005). *Investigación educativa*. Pearson Educación.

Morris, D. L. (2025). Rethinking science education practices: Shifting from lecture-based to comprehensive inquiry-based science education (CIBSE) framework. *Education Sciences, 15*(1), 73. https://doi.org/10.3390/educsci15010073

Pérez, S., y Meneses Villagrá, J. A. (2021). La enseñanza de las ciencias por indagación y el diseño ingenieril en educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias, 39*(3), 179–198. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3203

Pierre Rodríguez-García, J. (2022). ¿El aprendizaje basado en indagación mejora el rendimiento académico del alumnado en ciencias? Análisis basado en PISA 2018. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 19*(1), 1–15. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1103

Quesada Coronado, D. (2017). La indagación en la enseñanza de las ciencias-estrategias metodológicas. *Revista Electrónica Educare, 21*(1), 1–16. https://doi.org/10.15359/ree.21-1.12

Ruiz, M., Montenegro, M., Meneses, A., y Venegas, A. (2016). Oportunidades para aprender ciencias en el currículo chileno: Contenidos y habilidades en educación primaria. *Perfiles Educativos, 38*(153), 16–33. https://doi.org/10.22201/edicion.24486167e.2016.153.57633

Salazar, M. (2022). *La intervención educativa: Una mirada hacia la práctica docente transformadora*. Editorial UPN Virtual.

Séré, M.-G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias, 20*(3), 357–368.

Silva, A. G., Navarrete, M. C., Conejeros, F. P., y Devia, D. M. (2017). Abandono de la profesión docente en Chile: Motivos para irse del aula y condiciones para volver. *Estudios Pedagógicos, 43*(1), 123–138. https://doi.org/10.4067/S0718-07052017000100008

Skaalvik, E. M., y Skaalvik, S. (2011). Teacher job satisfaction and motivation to leave the teaching profession: Relations with school context, feeling of belonging, and emotional exhaustion. *Teaching and Teacher Education, 27*(6), 1029–1038. https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.04.001

Soledispa Zurita, P., Puga Mármol, M., Chávez Parra, V., y Maldonado Díaz, M. (2024). La enseñanza de las ciencias naturales a través de la indagación: Estrategias efectivas y resultados de aprendizaje en el aula. *Revista Social Fronteriza, 4*(3), e307. https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(3)e307

Strat, T. T. S., Solbes, J., Fischer, H. E., Rönnebeck, S., Prenzel, M., Labudde, P., … Taskinen, P. H. (2024). A systematic review of inquiry-based science education (IBSE) in teacher education between 2000 and 2022. *International Journal of Science Education, 46*(1), 1–29. https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2345678

Struyven, K., y Vanthournout, G. (2014). Teachers' exit decisions: An investigation into the reasons why newly qualified teachers do not enter the teaching profession or why those who do leave the profession. *Teaching and Teacher Education, 43*, 37–45. https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.06.002

Tacca, R. D. (2011). El "nuevo" enfoque pedagógico: Las competencias. *Investigación Educativa*, 163–185.

Téllez, M., Barragán, D., y Casas, J. (2012). Transformación de prácticas de enseñanza a nivel universitario en el laboratorio: Un estudio de caso desde los niveles de apertura. *ResearchGate*.

Teplá, M., y Distler, P. (2025). The impact of long-term inquiry-based science education on students' motivation and knowledge acquisition: The role of gender, subject, and level of inquiry. *Science Education Research Journal, 34*(2), 145–162. https://doi.org/10.1080/00368125.2025.1256789

Touriñán, L. J. (2011). Intervención educativa, intervención pedagógica y educación: La mirada pedagógica. *Revista Portuguesa de Pedagogía, 45*(2), 283–307.

Urdanivia Alarcón, D. A. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning. *Frontiers in Education, 8*, 1–12. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1198345

Valverde, J., Jiménez, L., y Viza, L. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: Los niveles de apertura. *Enseñanza de las Ciencias, 24*(1), 59–70.