

Propuesta para el mejoramiento de la competencia explicativa en estudiantes de grado cuarto
mediante el modelado y la simulación de fenómenos naturales.

Sergio Iván Mejía Vargas

Trabajo de Grado para Optar el Título de Magister en informática para la educación

Director

Hugo Hernando Andrade Sosa

Magister en Informática

Codirector

Luis Eduardo Guerra González

Magister en Ingeniería de Sistemas e Informática

Universidad Industrial de Santander

Facultades Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Maestría en Informática para la Educación

Bucaramanga

2021

A la Universidad Industrial de Santander, por permitirme la culminación de esta meta, como miembro esta importante institución.

A mi director de trabajo de grado por su acompañamiento y apoyo incondicional en el desarrollo del proyecto y todos sus consejos y recomendaciones.

A cada uno de los docentes, por toda su orientación, todo lo aprendido durante mi formación para poder optar por el título de magister en informática para la educación.

A mi novia por brindarme su amor y apoyo durante este desafío.

A mi familia por su apoyo incondicional y estar siempre motivándome.

A todos mis amigos que hicieron parte de este proceso.

A mis compañeros por estar acompañándome en el desarrollo y crecimiento.

Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Planteamiento y formulación del problema	13
1.1 Análisis y formulación del problema.....	13
1.1.1 Diagnóstico: El problema en el contexto de la institución	15
1.2 Justificación	22
1.3 Objetivos.....	25
1.3.1 Objetivo general.....	25
1.3.2 Objetivos Específicos.....	25
2. Marco Referencial.....	25
2.1 Antecedentes de investigación.....	25
2.1.1 Contexto Internacional.....	26
2.1.2 Contexto nacional y local.....	29
2.2 Marco conceptual.....	31
2.2.1 Dinámica de Sistemas. (DS)	32
2.2.1.1 Herramienta Software basada en dinámica de sistemas (Evolution 5.0).	33
2.2.2 Modelado basado en objetos y reglas. (MBOR)	33
2.2.2.1 Herramienta software basada en MBOR (Homos).	34
2.2.3 Explicaciones Científicas.....	34
2.2.4 Explicación de fenómenos	36

2.2.5 Aprendizaje significativo según Ausubel.	37
2.3 Marco legal	38
2.3.1 Ley 115 de educación.	38
2.3.2 Competencias TIC para el desarrollo profesional docente	39
2.3.3 Plan decenal de educación. (PNDE)	41
2.3.4 Referentes de calidad.	43
3. Propuesta formativa “El modelado y la simulación como precursores de la noción de explicación”	44
3.1 Metodología	44
3.2 Fases de la investigación.....	45
3.2.1 Planificación.	45
3.2.2 Acción.	46
3.2.3 Clases integradas con DS.....	48
3.2.3.1 Diseño de clases integradas con DS.....	49
3.2.3.2 Fenómenos de modelado y simulación utilizados.	49
3.2.4 Observación de la acción.	58
3.2.5 Síntesis reflexiva en la investigación.	59
3.3 Población.....	62
4. Análisis de resultados	63
4.1 Análisis de la prueba diagnóstica.....	63
4.2 Análisis de las grabaciones a los talleres investigativos	68
4.2.1 Mediación pedagógica del docente en clases integradas con DS	70
4.2.2 Actividades que aportan al desarrollo de la competencia explicativa.	73

4.2.3 Interacción del estudiante en el proceso de aprendizaje.	78
4.3 Análisis de la prueba final.....	81
5. Discusión de resultados.....	85
6. Conclusiones	91
7. Sugerencias propias	94
8. Recomendaciones	95
Referencias Bibliográficas.....	98
Apéndices.....	102

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Resultados nacionales en saber 5º, área de ciencias naturales. (ICFES, 2016)	15
Figura 2. Distribución de estudiantes según los niveles de desempeño del establecimiento educativo en el área de ciencias naturales en grado quinto por niveles socioeconómicos.	16
Figura 3. Distribución de estudiantes según los niveles de desempeño del establecimiento educativo en el área de ciencias naturales en grado quinto	17
Figura 4. Competencias de ciencias naturales evaluadas en grado quinto con respecto instituciones con promedio similar	18
Figura 5. Porcentaje de estudiantes en los niveles y grados de significancia en la prueba diagnóstica	20
Figura 6. Pentágono de las competencias TIC.....	39
Figura 8. Modelo 1 Olla destapada.....	50
Figura 9. Simulación del modelo 1 (Olla destapada).....	51
Figura 10. Modelo 2 Olla tapada	52
Figura 11. Simulación del Modelo 2 (Olla tapada).....	52
Figura 12. Modelo 3 Olla tapada con escape de vapor	54
Figura 13. Simulación 3 (Olla tapada con escape de vapor).....	55
Figura 14. Simulación escenario de fricción.....	56
Figura 15. Simulación del modelo conejos, agua y árboles.....	57
Figura 16. Dinámica de la investigación acción con la DS en la escuela.....	60

Figura 17. Porcentaje de estudiantes en los niveles y grados de significancia en la prueba diagnóstica	64
Figura 18. Pregunta 1. Prueba diagnóstica.....	65
Figura 19. Pregunta 6. Prueba diagnóstica.....	67
Figura 20. Pregunta 8. Prueba diagnóstica.....	68
Figura 21. Red semántica de las categorías centrales	70
Figura 22. Actividad de simulación	76
Figura 23. Actividad de simulación (Podolefsky, 2019)	80
Figura 24. Porcentaje de estudiantes en los niveles y grados de significancia en la prueba final	82
Figura 25. Pregunta 1. Prueba final	83
Figura 26. Pregunta 5. Prueba final	84

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Niveles y grados de significancia de la competencia explicativa	19
Tabla 2. Criterios de validez de las explicaciones científicas	35
Tabla 3. Momentos de la Secuencia de Aprendizaje (Andrade y Gómez, 2009, p. 200)	46
Tabla 4. Descripción de las fases de la investigación con sus etapas y acciones.	60
Tabla 5. Niveles y grados de significancia de la competencia explicativa (Cañal, 2012)	64

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Diario de campo (Observación no participante).....	102
Apéndice B. Prueba diagnóstica	114
Apéndice C. Talleres investigativos	123
Apéndice D. Grabación sesión 1 (Secuencia 3).....	142
Apéndices F. Formato de consentimiento.....	163
Apéndice G. Matriz del análisis categorial de las transcripciones a las grabaciones de las sesiones	166
Apéndice H. Prueba final.....	176

Resumen

Título: Propuesta para el mejoramiento de la competencia explicativa en estudiantes de grado cuarto mediante el modelado y la simulación de fenómenos naturales *

Autor: Sergio Iván Mejía Vargas**

Palabras Clave: Dinámica de sistemas, modelado y simulación, competencia explicativa, construcción de conocimiento, aprendizaje significativo, educación, TIC.

Descripción:

Esta propuesta de formación ha surgido como una iniciativa para aportar al mejoramiento de la competencia explicativa en estudiantes de grado cuarto de una institución educativa urbana de Piedecuesta, Santander. La metodología que guía el proceso investigativo se basa en un enfoque cualitativo con un diseño fundamentado en la investigación acción, apoyado por el paradigma del pensamiento dinámico sistémico con modelado y la simulación, que entre otras cosas promueve el uso de sistemas informáticos integrados a la construcción del conocimiento y el aprendizaje significativo. En la experiencia que se llevó a cabo, en primer lugar, se identificaron las necesidades de formación en la competencia explicativa y luego se dio paso a un proceso de contextualización tecnológica en donde se promovió el uso de recursos que permitió mejorar los procesos de construcción y reconstrucción de las explicaciones científicas por parte de los estudiantes (Andrade y Gómez, 2009). El modelado y la simulación con dinámica de sistemas y el modelado basado en objetos y reglas lograron una transición positiva de los estudiantes hacia niveles y grados de significancia superiores de la competencia explicativa, aunque dichos estudiantes aún siguen teniendo diversas posibilidades de mejora, los resultados avalan la intervención pedagógica y metodológica planteada en caso de que algún docente la desee replicar o haya continuación de un nuevo ciclo de intervención atendiendo a las necesidades del contexto.

* Trabajo de Grado

** Facultades físico-mecánicas. Escuela de ingeniería de sistemas e informática. Director: Hugo Hernando Andrade Sosa. Magister en informática Codirector: Luis Eduardo Guerra Gonzales. Magister en ingeniería de sistema e informática

Abstract

Title: Proposal for the improvement of explanatory competence in fourth grade students through modeling and simulation of natural phenomena *

Author: Sergio Iván Mejía Vargas **

Key Words: System dynamics, modeling and simulation, explanatory competence, knowledge construction, meaningful learning, education, ICT.

Description:

This formative proposal was an initiative to contribute to the improvement of explanatory competence in fourth grade students of an urban educational institution in Piedecuesta, Santander. The methodology of this research is based on a qualitative approach with a design based on action research, supported by the paradigm of dynamic systems thinking with modeling and simulation, which promotes the use of integrated computer systems to the construction of knowledge and meaningful learning. In the experience that was carried out, first, the training needs in explanatory competence were identified and then a process of technological contextualization was carried out in which the use of resources was promoted to improve the processes of construction and reconstruction of scientific explanations by students (Andrade and Gómez, 2009). The modeling and simulation with system dynamics and modeling was based on objects and rules achieved a positive transition of the students towards higher levels and degrees of significance of the explanatory competence, although these students still have several possibilities for improvement, the results support the pedagogical and methodological intervention carried out, promoting the replication or continuation of a new cycle of intervention according to the needs of the context.

* Degree Work

** Facultades físico-mecánicas. Escuela de ingeniería de sistemas e informática. Director: Hugo Hernando Andrade Sosa. Magister en informática Codirector: Luis Eduardo Guerra Gonzales. Magister en ingeniería de sistema e informática

Introducción

El presente trabajo de grado titulado “Propuesta para el mejoramiento de la competencia explicativa en estudiantes de grado cuarto mediante el modelado y la simulación de fenómenos naturales”, permitió promover una dinámica de pensamiento que hace uso de la informática como un recurso integrador que apoyado en una metodología y enfoque pedagógico contribuye a desarrollar competencias científicas.

La propuesta surge con el ánimo de atender una problemática nacional relacionada con el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales en la educación básica primaria. Se identifican algunos de los factores influyentes en el contexto colombiano, regional y local que caracterizan la problemática y se delimita el campo de acción al grado cuarto de una institución educativa de Piedecuesta, Santander.

En el proceso de observación y diagnóstico se identificaron las debilidades de formación, las dificultades principales de los estudiantes de acuerdo con los niveles de las competencias en ciencias naturales que justifican el accionar de la propuesta, requiriendo un cambio sustancial en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Durante el segundo capítulo se establece el marco referencial que fundamenta la propuesta que atiende la problemática, metodología y recursos utilizados. Se establecen tres subdivisiones en antecedentes teóricos, marco conceptual y marco legal. En el primero se nombran y caracterizan aquellas investigaciones que sirvieron de soporte o guía orientadora, el marco conceptual contempla los tópicos y definiciones principales, y en el marco legal se establecen las principales leyes y referentes normativos en materia de educación.

Para la ejecución de la propuesta de investigación se abordó el enfoque de investigación cualitativa bajo una metodología estructurada con cuatro fases. La primera fase corresponde a la planeación, la segunda fue la fase de acción, seguida por la observación de la acción y finalmente una fase de reflexión que fue un proceso realizado con ayuda de los resultados y evidencias. Además, se elaboraron y ejecutaron una serie de instrumentos y técnicas tales como: las encuestas (Prueba diagnóstica y final), la observación, talleres investigativos, grabación en video y análisis documental. Estos facilitaron el proceso de recolección y su posterior análisis y reflexión.

Los resultados sugieren que se puede promover el cambio en los procesos que se ejecutan actualmente en las aulas de clase, dan un nuevo significado al papel que cumplen las TIC en desarrollo de conocimiento y permiten evidenciar que el modelado y simulación con DS (Dinámica de sistemas) y MBOR (Modelado basado en objetos y reglas) pueden cumplir un papel integrador en el desarrollo de la competencia explicativa.

Se espera que el presente trabajo de investigación sea de ayuda para aquellos docentes que asuman esta propuesta y le den continuidad apropiándose de la dinámica de sistemas, adaptándola a su población contribuyendo al cambio en el proceso educativo.

1. Planteamiento y formulación del problema

1.1 Análisis y formulación del problema

La enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales hoy en día constituyen una base para formar ciudadanos conscientes del cambio climático, la salud y el cuidado del medio ambiente.

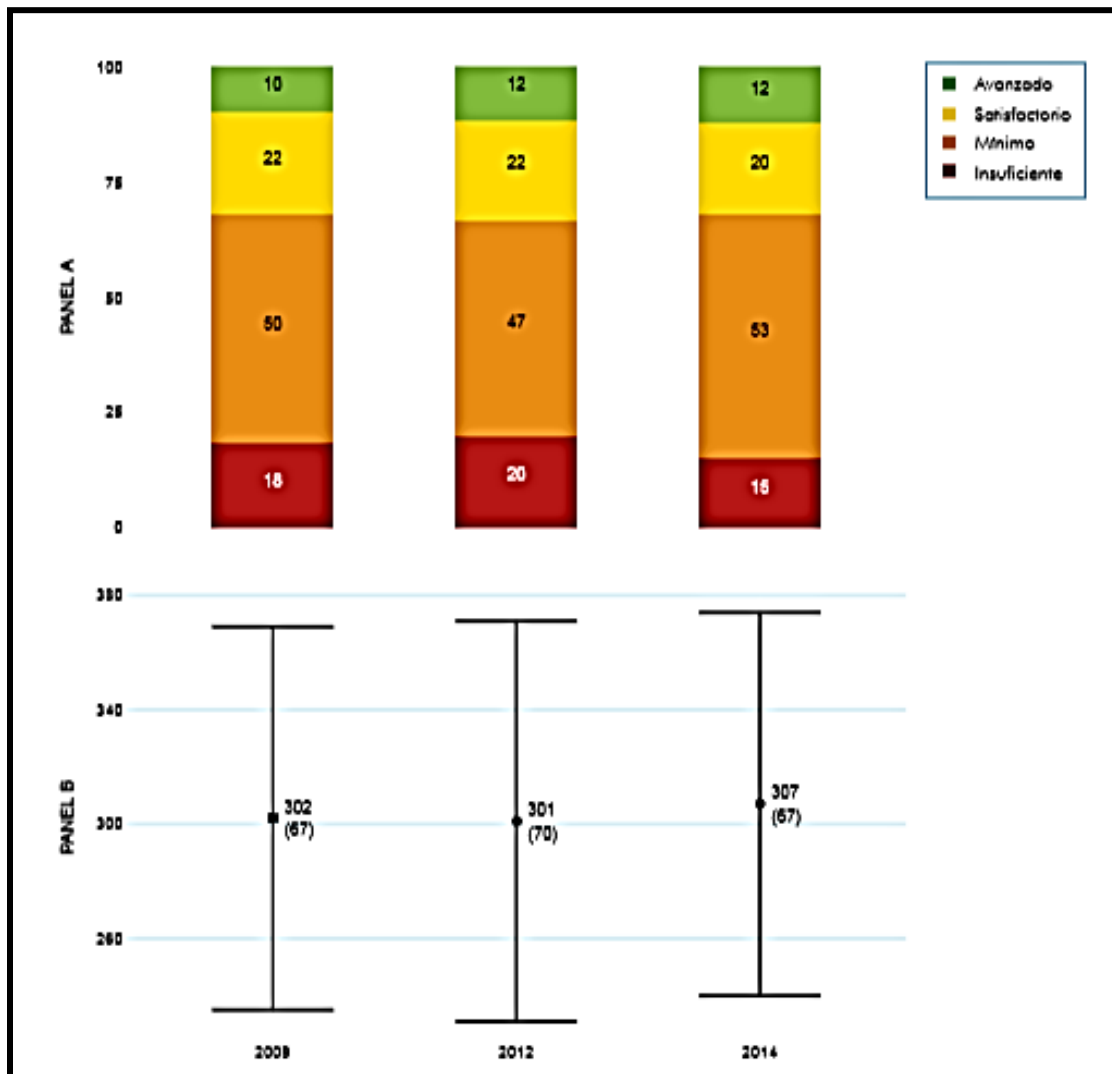
Sin embargo, la complejidad está en cómo educar ciudadanos más sensatos y abiertos al cambio. Al respecto, en Colombia el panorama relacionado con esta formación es bastante desalentador de acuerdo con algunos informes publicados recientemente por el ICFES, que explican que a pesar de las variaciones en los resultados no hay cambios considerables; Es importante empezar a analizarlo desde la educación inicial, por eso esta propuesta se enfoca en la educación básica primaria.

El análisis de las pruebas ICFES (2016), funcionan como un referente y permiten reconocer algunos aspectos que describen la problemática en el área de ciencias naturales, sin embargo, es importante considerar que no proporcionan toda la información del contexto, ni son el objeto de mejora de la presente propuesta.

En el Informe Nacional saber 3º, 5º y 9º (ICFES, 2016) publicados por el Ministerio de Educación Nacional y el ICFES, se hizo un análisis de los resultados obtenidos en las pruebas en el periodo 2009-2014, incluyendo datos de lenguaje, matemáticas y ciencias naturales. De los resultados en el área de ciencias naturales (gráfico 1), se puede interpretar que no existen cambios sustanciales en los años analizados, lo que significa que no hubo un mejoramiento en el desempeño de los estudiantes en un periodo de 5 años en cuanto a las competencias propias del área (uso del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación), además se observa que en los rangos de mínimo e insuficiente se encuentran más del 60% de los estudiantes, lo cual expresa que la mayor parte de los estudiantes de grado quinto están en los niveles más bajos en dicha prueba. (Ver figura 1)

Figura 1.

Resultados nacionales en saber 5°, área de ciencias naturales. (ICFES, 2016)



1.1.1 Diagnóstico: El problema en el contexto de la institución

En particular, en la institución en la cual se realizó la experiencia asociada a este proyecto, se presentó una diferencia significativa; según el informe anterior se establece una relación entre los niveles socio económicos y los resultados en la prueba de ciencias naturales. En la figura 2, se

puede apreciar que el porcentaje de los estudiantes en los niveles de avanzado y satisfactorio aumenta obteniendo resultados más altos en la prueba. En el año 2012 llegan a alcanzar el 66% pero se evidencia una baja con respecto al año 2014 en donde el 57% de los estudiantes se encuentran en estos niveles.

Figura 2.

Distribución de estudiantes según los niveles de desempeño del establecimiento educativo en el área de ciencias naturales en grado quinto por niveles socioeconómicos.

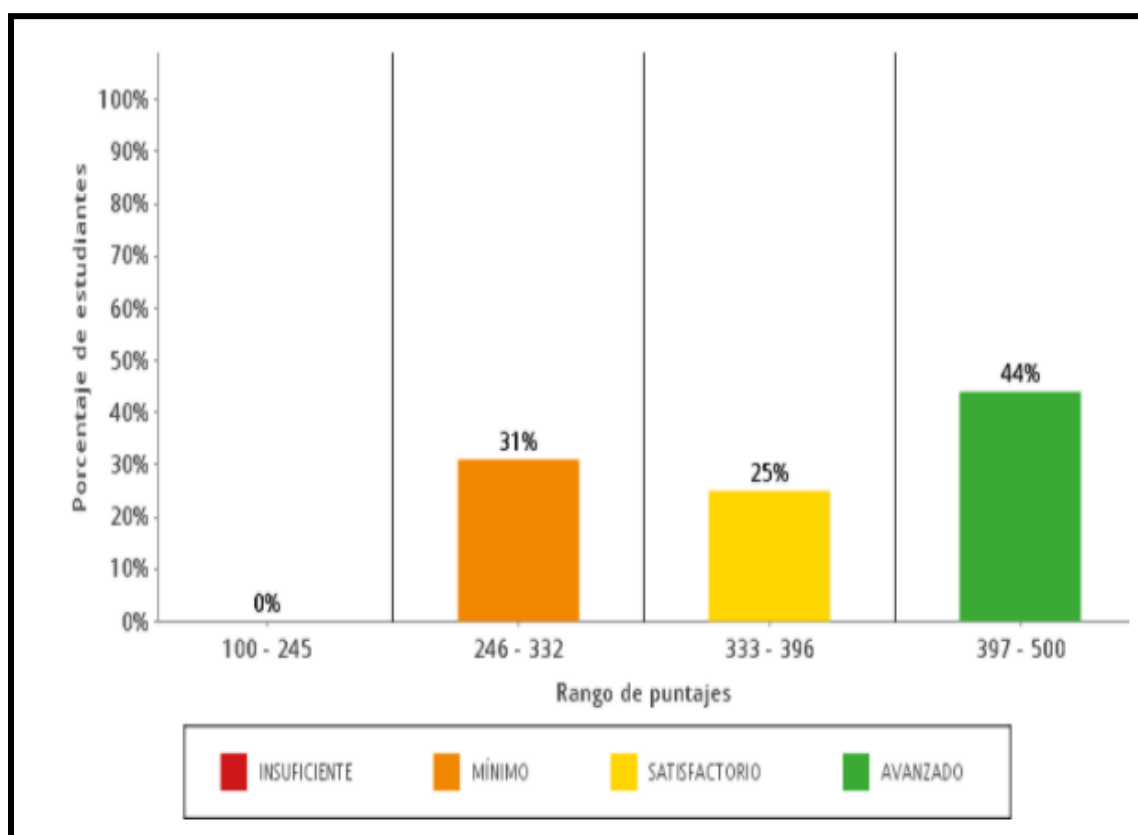


Nota. Tomado de: (ICFES, 2016)

El último reporte del ICFES del 2016 indica que los estudiantes de grado quinto de la institución educativa tienen un buen desempeño en el área de ciencias naturales. Según la figura 3, el 65% de los estudiantes evaluados se encuentran entre los niveles avanzado y satisfactorio, lo cual supera los resultados analizados en el informe anterior.

Figura 3.

Distribución de estudiantes según los niveles de desempeño del establecimiento educativo en el área de ciencias naturales en grado quinto



Nota. Tomado de. (ICFES, 2016)

No obstante, a pesar de tener unos resultados buenos en la prueba de acuerdo con las competencias del área, al ser contrastadas con respecto a instituciones que obtuvieron resultados similares arrojan algunas debilidades. Se puede apreciar que la competencia de explicación

fenómenos naturales se encuentra muy débil, caso opuesto con el uso del conocimiento científico (observar figura 4). Lo anterior permitió delimitar el problema y diseñar un diagnóstico que evaluara el nivel de desarrollo de dichas competencias y permitiera obtener información actual de la problemática. Para elaborar la encuesta se seleccionaron 10 preguntas de la prueba saber de quinto, se les hicieron algunas modificaciones, se transformaron en preguntas abiertas de acuerdo con el contexto y teniendo en cuenta que se debían hacer adaptaciones para que fuesen pertinentes al grado cuarto de la institución educativa. (Ver apéndice B)

Figura 4.

Competencias de ciencias naturales evaluadas en grado quinto con respecto instituciones con promedio similar



Nota Tomado de. (ICFES, 2016)

Para evaluar las habilidades para describir, explicar y predecir fenómenos naturales, se usó una escala de acuerdo con tres criterios generales expuestos por Pedro Cañal (2012) para medir el

grado de significancia de la competencia explicativa, en la tabla 1 se observan los criterios tenidos en cuenta para analizar el diagnóstico realizado.

Tabla 1.

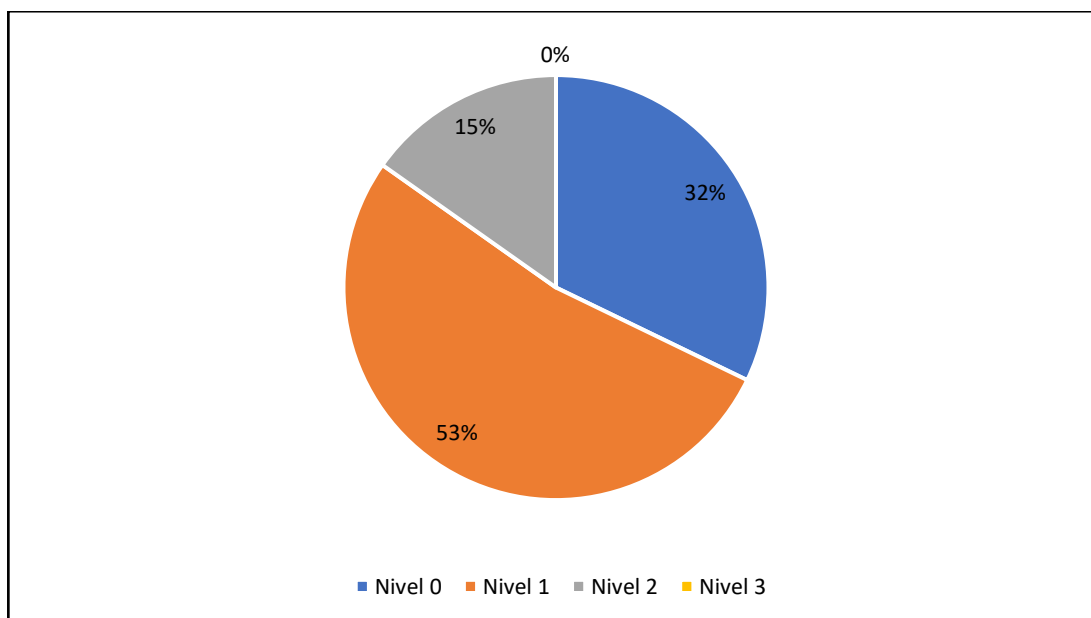
Niveles y grados de significancia de la competencia explicativa

Niveles y grados de significancia	Descriptor
Nivel 0 (Muy Bajo)	No alcanza a desarrollar el descriptor del nivel 1. (Nivel repitiendo)
Nivel 1 (Bajo)	Saber exponer lo aprendido utilizando palabras propias.
Nivel 2 (Medio)	Exponer ejemplos personales pertinentes, relativos a lo aprendido.
Nivel 3 (Alto)	Saber emplear el conocimiento personal en relación con el nuevo contenido, contexto o experiencia.

Nota. Tomado de: (Cañal, 2012)

Figura 5.

Porcentaje de estudiantes en los niveles y grados de significancia en la prueba diagnóstica



Según el análisis realizado en la prueba diagnóstica, el 53% de los estudiantes responde a las preguntas con un nivel 1, lo cual refleja que ellos se encuentran en un grado bajo de significancia de los aprendizajes, el 32% presenta un nivel 0, lo cual es bastante preocupante porque se trata de respuestas que no abordan la pregunta planteada, es decir, este porcentaje de estudiantes no entienden la pregunta. El 15% de los estudiantes tuvo respuestas con un nivel 2, esto permite observar que la cantidad de estudiantes con un grado de significancia medio en la prueba es bastante baja. Finalmente, ningún estudiante tuvo respuestas con nivel 3.

Esta situación no es ajena a las debilidades encontradas durante las observaciones realizadas a cada una de las sesiones de clase (ver apéndice A). En primera instancia, las clases observadas en el proceso diagnóstico al docente de ciencias naturales llevaban un hilo conductor que centraba su ritmo e intenciones en los contenidos de aprendizaje, las sesiones eran bastante organizadas, con preguntas puntuales y los estudiantes no interrumpían el discurso del profesor,

sólo realizaban intervenciones cuando el profesor los nombraba, generalmente las intervenciones eran de tipo descriptivo, no habían preguntas complejas, se trataba de preguntas cerradas o en la que tuviesen que nombrar características.

Un aspecto para resaltar por parte del docente es que realizó diversos experimentos con los estudiantes y trató de hacer uso de materiales durante las clases analizadas, ello de alguna forma, despertó la curiosidad de los estudiantes y permitía que hicieran preguntas trascendentes a la clase, sin embargo, estas preguntas no eran abordadas con profundidad porque no eran la prioridad o no se consideraban como la necesidad de formación, por lo que muchas de ellas quedaron inconclusas. En algunas ocasiones hubo equivocaciones por parte de los estudiantes y de alguna manera se veían como un aspecto negativo durante la clase, es decir, el error estaba estigmatizado y quizá por ello muchos de los estudiantes sentían timidez al participar.

En el área de ciencias naturales se ha observado una coherencia metodológica, sin embargo, las debilidades en la comprensión e interpretación hacen pensar que las clases carecían de actividades que promovieran análisis de datos e información, ausencia de ejercicios para formular interrogantes que creen en los estudiantes cuestionamientos sobre la naturaleza y la vida misma. Al parecer las clases no proporcionaron a los estudiantes muchos elementos para la discusión de ideas con sus compañeros y no se ha venido haciendo realimentación a sus respuestas, pues se pueden observar errores reiterativos y comunes en la gran mayoría de ellos.

Un aspecto final, es el relacionado con el componente tecnológico. Durante las sesiones de clase observadas había gran diversidad de recursos para que los estudiantes, como la plataforma de Santillana, pleno, el medio de comunicación sincrónica por medio de TEAMS, una conectividad buena y los equipos de cómputo pertinentes, los ejercicios y actividades ejecutadas eran bastante parecidos a las que se podrían realizar en el aula de clase, la intención o propósito de formación

no cambiaba de manera trascendental, en conclusión los recursos tecnológicos tenían las mismas funciones de presentar información, no habían grandes cambios en la utilización de los recursos y seguían siendo mediadores del aprendizaje.

La problemática refleja debilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje que se convierten a su vez en necesidades de formación que son el reto a mejorar mediante la propuesta metodológica. De acuerdo con la problemática descrita anteriormente se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo desarrollar una propuesta que permita mejorar el desempeño en la competencia explicativa en estudiantes de grado cuarto, mediante el modelado y la simulación de fenómenos naturales?¹ Además, esta investigación será apoyada por la búsqueda de respuestas a las siguientes preguntas directrices:

- ¿Cuáles son las dificultades que tienen los estudiantes de grado cuarto para el desarrollo de la competencia explicativa?
- ¿Cómo el pensamiento dinámico sistémico aporta al desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales?
- ¿De qué manera el modelado y la simulación aportan al desarrollo de la competencia explicativa?

1.2 Justificación

La propuesta de este trabajo de grado pretende disminuir la problemática identificada con relación al desarrollo de la competencia explicativa, con el enfoque de la dinámica de sistemas,

¹ Las experiencias asociadas a esta investigación se realizarán en el Colegio Aspaen Sucará en Piedecuesta-Santander, con la autorización de la dirección de la misma.

articulado con los procesos metodológicos de la investigación acción y con el apoyo de software de modelado y simulación en la construcción del conocimiento. Existen varios puntos de partida para justificar el accionar de este trabajo, entre ellos se puede iniciar por el reconocimiento de una necesidad, que gracias al diagnóstico realizado permite delimitar el accionar hacia una de las competencias del área de ciencias naturales que es la explicación de fenómenos naturales.

Según el modelo actual por competencias del Ministerio de Educación Nacional y los lineamientos curriculares para el área de ciencias naturales es fundamental que los estudiantes empiecen a dar explicaciones con argumentos de rigor desde la educación básica primaria, pero ello solo es posible, si los estudiantes tienen una buena comprensión del fenómeno que se pretende explicar, de este modo se empiezan a describir las razones por las cuales se adopta un enfoque basado en la dinámica de sistemas. Según Richmond (1997):

...el pensamiento dinámico sistémico, permite entre otras cosas al estudiante observar patrones de comportamiento y cambio en el tiempo, pensamiento en términos de causalidad, es decir, comprende la idea de influencia para contemplar tanto lo que se puede definir como causa, así como las condiciones necesarias para que se dé cierta dinámica de comportamiento del fenómeno.

También desarrolla el pensamiento operacional, cuantitativo y científico, en este último apuntando a la comprensión de modelos contemplados y operado por hipótesis que son construidas, probadas y refinadas rigurosamente. (Andrade y Navas, 2009, p. 211)

El aporte de este enfoque no solo ayuda al estudiante sino también al profesor y a la misma escuela, puesto que los principios del pensamiento dinámico sistémico contribuyen a que los profesores sean aprendices, constructores y reconstructores del conocimiento, este procedimiento

hará posible la expresión del cambio y como tal, no tendrá fin, pues se trata de un proceso cíclico. (Andrade y Navas, 2009, p. 213.)

La propuesta se llevó a cabo en una institución educativa del municipio de Piedecuesta Santander, que, en su visión, plantea lo siguiente:

En el año 2020, ASPAEN Gimnasio Saucará será reconocido en el ámbito regional y nacional por un liderazgo caracterizado por aportar a la sociedad estudiantes con un excelente nivel académico, - una amplia conciencia de responsabilidad social – y un perfecto dominio de los idiomas inglés y francés de acuerdo al Marco de Referencia Común Europeo.

Igualmente será reconocido por haber alcanzado el nivel de Excelencia Educativa (Colegio Aspaen Saucará, 2018, pág. 10)

El anterior planteamiento constituye un contexto pertinente para el desarrollo de la presente propuesta, en la cual las TIC se asumen para aportar al proceso de construcción del conocimiento en las estrategias que pretende implementar. En el PEI también se ven contemplados algunos valores institucionales desde su filosofía trascendental que orienta a la función social que debe cumplir la institución, por ello la importancia de realizar una propuesta fundamentada en la metodología de la investigación acción que dentro de sus propósitos principales contempla una visión emancipadora, es decir, en este contexto la capacidad de dotar a los estudiantes de saberes y habilidades que le permitan una contribución a sus realidades cercanas realizando pequeñas transformaciones. (Latorre, 2003, p.25)

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta que permita mejorar el desempeño en la competencia explicativa en estudiantes de grado cuarto, mediante el modelado y la simulación de fenómenos naturales.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las dificultades que tienen los estudiantes de grado quinto para el desarrollo de la competencia explicativa.
- Caracterizar formas cómo el pensamiento dinámico sistémico puede aportar al desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales.
- Proponer actividades que, basadas en el modelado y la simulación de enfoque estructural y con dinámica de sistemas, pueden aportar al desarrollo de la competencia explicativa.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes de investigación

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica en la cual se buscaron referentes relacionados con tópicos vinculados con la competencia explicativa, las TIC, el pensamiento dinámico

sistémico, el modelado y simulación de enfoque estructural, con dinámica de sistemas. Ello con el ánimo de adoptar algunos referentes teóricos, estrategias metodológicas para recolección de datos y del diagnóstico y algunos recursos o software de modelado y simulación que apoyen la puesta en ejecución de esta propuesta con un enfoque sistémico para el mejoramiento de la competencia explicativa.

Otro aspecto importante de la revisión y criterio de selección de los referentes fue el nivel académico de la misma, es decir, pertinente a los niveles de educación básica y media. A continuación, se presentan y clasifican los proyectos de investigación en el ámbito internacional, nacional y local que sirvieron como soporte para la formulación de esta propuesta.

2.1.1 Contexto Internacional

En el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el profesor Jay W. Forrester (1992) en su artículo titulado “la dinámica de sistemas y el aprendizaje del alumno en la educación escolar”, hace una fuerte crítica a la educación de la época, tocando aspectos como su naturaleza fragmentaria, lo cual en el presente se hace más evidente, a pesar de contar con una sociedad estrechamente interconectada. Forrester (1992) propone que los estudiantes de primaria, que usan los ordenadores actuales, pueden tratar conceptos y comportamiento dinámico que eran sólo para investigación avanzada. Brown (1992) promotor del programa STELLA², prestó el programa a Draper (1989), para su curso de biología y los resultados fueron satisfactorios porque el modelado con dinámica de sistemas y la simulación le permitieron desarrollar el programa de biología en menos tiempo gracias a la integración y una mayor participación de los estudiantes. Según esto,

² Software para modelado y simulación con dinámica de sistemas.

los estudiantes trabajaban por grupos de dos o tres personas en los fenómenos a estudiar y simulaban en grupos colaborativos, se mencionan varios grupos de estudiantes e instituciones que han venido recibiendo la formación y capacitación para el uso de este tipo de software en el diseño de las clases. Según el Marco de las ciencias de la computación K12 (2016), que se desarrolla en el MIT (activo actualmente), se representa una visión en la que los estudiantes participan en los conceptos y prácticas de la computación, aplicado a todos los grados de preescolar a once. K12 se desarrolla con la orientación del pensamiento dinámico sistémico como enfoque que propicia la resolución de problemas ofreciendo la posibilidad de interactuar en aprendizajes con una variedad de disciplinas e intereses.

Según Forrester (1992), el experimento americano más avanzado está en Catalina Foothills School en Tucson, Arizona en donde trabajan bajo este sistema, el enfoque consiste en tres componentes: Dinámica de Sistemas (DS), la perspectiva teórica; STELLA, un paquete de software para crear modelos de simulación y un ordenador. Esta metodología, según Draper (1989), ha permitido que los estudiantes pasen a ser sujetos pasivos a ser activos del conocimiento, es decir, “llegan más temprano y se quedan después del descanso trabajando voluntariamente (sin habérseles asignado tarea)” (Draper, 1989). Todo esto permite deducir que la DS y la construcción de ambientes de aprendizaje promueven la motivación, el uso de recursos informáticos con propósito en la construcción del conocimiento, ello contribuye a la formulación de esta propuesta y le permite considerar aspectos metodológicos y un gran sustento teórico importante.

En el panorama internacional, relacionado con la competencia explicativa se encontró un estudio de Anaya-Blanco y Díaz de Bustamante (2017) llevado a cabo en la universidad de Compostela en Lugo, España, en este se hace un análisis del nivel de desempeño para la explicación de fenómenos de forma científica en una actividad de modelización, en la cual se

adopta una rúbrica elaborada por la OCDE, para medir el nivel de desempeño alcanzado por los grupos dicha destreza científica. La metodología del presente estudio es cualitativa, haciendo un estudio de caso a estudiantes de noveno de una institución en Galicia, en donde se realizó una adaptación y modelización material por medio de una práctica de sedimentación. En la investigación la recopilación de los datos y el análisis de estos se llevaron a cabo en grupos de trabajo de los cuales se obtuvieron algunas conclusiones como: 1) los grupos tuvieron diferentes niveles desarrollados en función de la complejidad de los procesos implicados en la sedimentación. El alcance de un mejor desempeño está condicionado por: 2) la reorganización de las ideas subyacentes en sus modelos, lo que aumentó el número de modelos en la explicación y una mejoría en las explicaciones. 3) En los grupos que han hecho explícitos sus modelos, compartiéndolos, se aprecia una modificación de los modelos en consonancia con el de sus compañeros, bien para completarlo como para romper con algunas de sus ideas alternativas, lo cual refuerza las ventajas del uso de actividades de analogías como contexto para exteriorizar los razonamientos.

Además, del artículo previamente citado se pueden extraer algunos aspectos valiosos, como la estrategia de modelado material que simula o representa con útiles que están a la disposición de los estudiantes el proceso de sedimentación. Ello contribuye a una relación más directa con el fenómeno a estudiar. También se destaca la metodología de análisis que es por grupos focales diferenciados y que permite la comunicación entre los estudiantes logrando comentarios y aportes importantes que son tomados como referencia por distintos compañeros de la población. Otro aspecto para resaltar es que se define en la metodología un referente importante del programa PISA de la OCDE para medir el nivel de la competencia explicativa. Sin embargo, aunque es necesario hacerle algunas adaptaciones importantes, es un referente valioso que contribuye principalmente

a la metodología de la propuesta y que brinda alternativas relacionadas con las estrategias para diseño de actividades en el plan de acción.

2.1.2 Contexto nacional y local

En Colombia existen diferentes estudios asociados a la dinámica de sistemas y el pensamiento sistémico. Dentro de estos se encuentra un estudio llevado a cabo en la Universidad Industrial de Santander en cual se elaboran y recopilan modelos de simulación y clases integradas con dinámica de sistemas y modelo basado en objetos y reglas en un entorno software con el fin de apoyar la realización actividades escolares integradas con informática en la educación básica y media.

Aunque el producto de esta investigación es la construcción de una mediateca que permita hacer las veces de biblioteca virtual, es muy importante la concepción que se hace del pensamiento sistémico puesto que lo contempla como “El pensamiento sistémico es un pensamiento impulsado continuamente por un afán holista, es decir, una búsqueda de la unidad en la diversidad” (Andrade, Dynner, Espinosa, López y Sotaquirá, 2001, p.35). En este sentido Espinosa (2011), hace referencia citando a Ludwing Von Bertalanffy quien explica la visión mecanicista y reduccionista del método científico y la importancia de una teoría general de sistemas que agrupe las percepciones del mundo real en términos de totalidad y no como partes aisladas.

El aporte de este trabajo de Espinosa (2011), se aprecia importante para la presente propuesta de maestría porque facilita la comprensión y apropiación de la dinámica de sistemas y además orienta la ejecución de prácticas pedagógicas basadas en el constructivismo y con modelos de simulación en ciencias naturales sobre el crecimiento de una planta, la metamorfosis, las

poblaciones de peces en cautiverio, un juego sobre contagio, bosque tropical, cambios de estado, efecto invernadero, ritmo cardíaco, depredador vs presa, juego del árbol, la célula, crecimiento poblacional. Todos estos modelos, contribuyen al diseño de la unidad didáctica de esta propuesta en clases integradas con ciertos momentos para cada sesión, que permitió la asociación de las diferentes temáticas con los propósitos de los estándares básicos de las ciencias naturales y derechos básicos de aprendizaje de la misma área en los grados de educación básica y media.

Otro aporte importante fue el desarrollado por Andrade y Maestre (2009), en el cual se promovió un proyecto escolar de prevención frente al virus de la influenza AH1N1. El modelado y simulación de enfoque estructural y los lenguajes de la dinámica de sistemas y modelado basado en objetos y reglas sin faltar el componente lúdico y de trabajo en red, para la comprensión de cómo y por qué se presenta la epidemia de una gripe y entender porque la gripe es un problema de todos y para todos. Este proyecto de investigación se desarrolló en el contexto del programa computadores para educar, en una experiencia realizada en departamentos como Atlántico, Bolívar, Cesar, Guajira y Norte de Santander con el objeto de promover un proceso de integración de las TIC a su proyecto educativo. El modelado y simulación de enfoque estructural, que presenta la dinámica de sistemas y modelado basado en objetos y reglas como lenguaje que facilita la construcción de explicaciones científicas y la experimentación con las mismas en términos de simulaciones. Este proyecto se promueve mediante dos estrategias: Una difusión masiva a través del portal Colombia-aprende bajo el título aprendamos sobre la prevención de la influenza (AH1N1) con juegos y simuladores. La otra estrategia de orientación directa se desarrolla en un proyecto colectivo con algunas actividades propuestas y establecen compromisos para que los profesores repliquen dichas experiencias con sus estudiantes haciendo que se estructure un

proyecto institucional con la participación de toda la comunidad escolar y con proyección al entorno social.

El proyecto de AH1N1 previamente mencionado se asemeja a esta propuesta por su planteamiento y las intenciones pedagógicas basadas en preguntas con el apoyo de un simulador (Lince, 2009) que permitirán en primera medida el por qué sucede lo que se aprecia con el modelo para luego mediante la simulación explorar el fenómeno aludiendo a la pregunta ¿Qué pasaría si?, (Andrade y Maestre, 2009). También se diseñaron actividades lúdicas relacionadas con el tema y juegos que activen sus presaberes, parecidos al juego de contagio propio de la propuesta.

La anterior experiencia hace parte del programa de computadores para educar (2009) presente en el libro “Tecnología informática en la escuela” y forma parte de una serie de intervenciones ejecutadas en escuelas principalmente rurales, con el propósito de integrar la tecnología de la información a la educación siguiendo una dinámica de aprendizaje y práctica docente para la consolidación de informática, sostenible por las comunidades mismas que lo desarrollan.

2.2 Marco conceptual

El marco teórico se direcciona a partir del marco conceptual, para tener una idea clara sobre los aspectos y categorías abordadas a lo largo del estudio, que orientaron la metodología y enfoque de investigación de esta propuesta.

El paradigma que guía la investigación se basa en el pensamiento dinámico sistémico que hace uso de dos lenguajes, la dinámica de sistemas (DS) y el modelado basado en objetos y reglas (MBOR) que permiten recrear los fenómenos de interés en términos de modelos de simulación,

esto a su vez facilita vivenciar experiencias que dan sentido a sus explicaciones. (Andrade y Gómez, 2009, p. 173)

2.2.1 Dinámica de Sistemas. (DS)

La dinámica de sistemas nació con las iniciativas de Jay W. Forrester en el MIT, quien hace una crítica a la educación del siglo XX, por su ineficacia en el desarrollo de los procesos alejados de las necesidades de la sociedad, la responsabilidad política en los materiales inadecuados con los que cuenta los maestros. La naturaleza fragmentaria de la educación fue uno de los principales motivos para construir “un método para el estudio de sistemas complejos y dinámicos. Sus cualidades pedagógicas están bajo investigación en varios países... nuestra meta final es dar a nuestro estudiante una manera efectiva para pensar sobre sistemas complejos y dinámicos. De este modo, queremos cambiar su estilo cognoscitivo.”. (Davidsen, 1990).

La dinámica de sistemas se basa en un paradigma asociado con el pensamiento dinámico sistémico, que tiene una visión holista, en términos de Andrade, Maestre y Gómez (2009) es “una búsqueda de la unidad en la diversidad”, por lo tanto, los fenómenos son en su contexto natural o en su devenir con el medio, por lo tanto deben explicarse como sistemas.

El modelado y la simulación con el apoyo de lenguajes como la dinámica de sistemas y el modelado basado en objetos y reglas, facilita la construcción de explicaciones científicas y la experimentación en términos de simulación, debido a que permiten representar el fenómeno basados en un modelo que tiene ciertos elementos y las relaciones que hacen parte de su sistema. (Andrade, Maestre y Gómez, 2009, p. 34)

2.2.1.1 Herramienta Software basada en dinámica de sistemas (Evolution 5.0).

Evolución es una herramienta para la Dinámica de Sistemas, la cual presta una ayuda en la construcción de modelos por medio de la implementación de Diagramas de Flujo-Nivel, sin embargo, el paso de la observación del fenómeno, a la construcción de Diagramas de Flujo-Nivel, es un salto considerable en el modelado, que dificulta dicho proceso debido a la imposibilidad de esquematizar la estructura del sistema, sin preocuparse por la parte cuantitativa de las relaciones entre los elementos. (SIMON, 2017)

Evolución que brinda la posibilidad de observar el comportamiento de las variables del modelo por medio de gráficas, surgidas de la simulación bajo diferentes escenarios formulados por el usuario. Estas utilidades pueden contribuir al mejoramiento de las explicaciones que ofrezcan los estudiantes si se articulan con una propuesta pedagógica y estrategias didácticas pertinentes.

2.2.2 Modelado basado en objetos y reglas. (MBOR)

Es un lenguaje de modelado matemático basado en la construcción de explicaciones de diferente naturaleza, como sistemas dinámicos. En este sentido es posible simular la evolución espacial y temporal del sistema que se explica en los términos que el modelador asume como representativos para la dinámica del fenómeno. (Andrade, et al. 2009, p. 118)

Para ello es importante un conjunto de reglas que permiten estructurar el sistema modelo en una totalidad dinámica, esto implica entre otras cosas representar explicaciones sobre el cómo y por qué sucede algo en donde los objetos que intervienen simulan tener vida. El MBOR se soporta en aplicación de la teoría de autómatas celulares que consiste en el manejo simultáneo del

tiempo en una visión orientada a objetos, que permite que los objetos de una misma clase se comporten e interactúen siguiendo las mismas normas. (Andrade, Maestre y Gómez, 2009, p. 118)

2.2.2.1 Herramienta software basada en MBOR (Homos). El software HOMOS contribuye a una pedagogía centrada en pensar y construir conocimiento más que en un hacer mecánico, ello se asume desde el paradigma sistémico para explicar y representar el mundo y sus fenómenos. En este sentido “*Homos permite definir las clases de Objetos que intervendrán en la simulación, las reglas de comportamiento de cada objeto y las reglas de interacción que regirán el comportamiento grupal entre ellos (SIMON, 2017)*”, lo cual implica que sus usuarios se sientan miembros y partícipes del proceso de aprendizaje además de ayudar a una mejor comprensión del modelo y sus cambios.

2.2.3 Explicaciones Científicas.

Para empezar a comprender el concepto de explicación científica, es necesario darle sentido al concepto de explicación. Las explicaciones son proposiciones presentadas como reformulaciones de experiencias que son aceptadas como tales por un interlocutor en respuesta a una pregunta que requiere una explicación. (Maturana, 1998). En otras palabras, si la reformulación propuesta es aceptada por la persona que plantea la pregunta, se considera una explicación y la pregunta, así como el deseo de preguntar desaparecen. (Maturana, 1998).

Sin embargo, no todas las explicaciones que se dan en estos términos son explicaciones científicas, para ello es necesario responder a ciertos criterios de validez de las explicaciones científicas. Entre estos se encuentran:

Tabla 2.

Criterios de validez de las explicaciones científicas

Criterio de Validez	Descriptor
La descripción de la experiencia	El fenómeno para explicar en términos de lo que un observador estándar debe hacer en su ámbito de experiencias.
La reformulación de la experiencia (Mecanismo generativo)	(fenómeno) a explicar en la forma de un mecanismo generador que, si es realizado por un observador estándar en su ámbito de experiencias, le permitirá, como resultado o consecuencia de su operación, tener en su ámbito de experiencias la experiencia a explicar cómo se expuso en el punto 1.
La deducción, a partir del funcionamiento del mecanismo generador propuesto en 2.	A partir de todas las coherencias operacionales del ámbito de experiencias de un observador estándar vinculadas con éste, de otras experiencias que un observador estándar debería realizar a través de la aplicación de esas coherencias operacionales, y de las operaciones que debe realizar en su ámbito de experiencias para tenerlas.
La experiencia, por un observador estándar, de las experiencias. (Realización)	Deducidas en 3 a través de la realización en su ámbito de experiencias de las operaciones deducidas también en 2, entonces es una explicación científica.

Nota. Tomado de: (Maturana, p. 167, 1998)

Teniendo en cuenta los criterios de la Tabla 2, se establece una diferencia entre las explicaciones en general, como reformulaciones de experiencias aceptadas como tales por un observador, y las explicaciones científicas realizadas por observadores estándar individuales, y son válidas en una comunidad de observadores y miembros de la comunidad de científicos. (Maturana, 1998).

Según Maturana (2002), *“las explicaciones científicas no explican un mundo independiente del observador; explican el vivir experiencial del observador”* (p. 86), es decir, que la explicación no puede estar ajena al contexto experimental del observador mismo y debe cobrar sentido experiencial. Asimismo, *“el explicar científico tiene que ver con la vida cotidiana, no es un explicar especial”* (Maturana, 2002), en este sentido cualquier individuo puede hacer explicación científica con ayuda de un mecanismo generativo.

2.2.4 Explicación de fenómenos

Las ciencias de la naturaleza permiten desarrollar en las personas ciertas habilidades o competencias dentro de las cuales se encuentra la competencia explicativa. A continuación, se describe la definición contemplada en el documento “Fundamentación conceptual área de ciencias naturales” del (ICFES, 2007, p. 18): “La competencia explicativa es la capacidad para construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón a los fenómenos”. En este sentido las ciencias ofrecen explicaciones que se construyen dentro del marco de sistemas como conceptos, principios, leyes, teorías y convenciones acogidos por la comunidad científica. (ICFES, p. 21. 2007). Esta competencia fomenta en el estudiante una visión comprensiva y analítica que le permite establecer la validez o coherencia de una afirmación.

2.2.5 Aprendizaje significativo según Ausubel.

El enfoque pedagógico asumido por esta propuesta concibe en su desarrollo la idea de aprendizaje significativo, porque funda su proceso en una estructura cognitiva preexistente en los estudiantes, por tanto, así como lo indica Ausubel (1983): *“El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente”*, en este sentido, se evalúa un estado inicial de la competencia explicativa y en consecuencia se formula una intervención apoyada en estas bases valiosas que relacionan los dos aprendizajes.

Los planteamientos de esta propuesta promueven una metodología en la cual las representaciones, los conceptos, proposiciones y demás aprendizajes cobren significado, es decir, no se trata de la recepción de información sino un aprendizaje por descubrimiento, de tal manera que el saber no se presente en su estado final, más bien provenga de una construcción entre los involucrados. *“El aprendizaje por descubrimiento involucra que el alumno debe reordenar la información, integrarla con la estructura cognitiva y reorganizar o transformar la combinación integrada de manera que se produzca el aprendizaje deseado”* (Ausubel, 1983)

El aprendizaje significativo contempla a la asimilación como un proceso en el cual, el nuevo conocimiento adquiere un vínculo con los saberes previos, este concepto encaja con algunas de las aptitudes y comportamientos desarrollados por el pensamiento dinámico sistémico porque propicia al estudiante disposición para examinar y cambiar sus propias apreciaciones y conclusiones (actitud reflexiva).

El aprendizaje significativo tiene como fin una apropiación del saber con sentido, asimismo, el lenguaje de la dinámica de sistemas en términos de Gómez y Andrade (p. 212, 2009)

desarrolla la habilidad para aprender aprendiendo, con un aprendizaje profundo, comprensivo, con sentido autónomo y duradero, que transforma al aprendiz y sus modelos mentales.

2.3 Marco legal

Para garantizar una viabilidad normativa en la ejecución de la propuesta, la investigación se ciñe de acuerdo con los requisitos legales normativos de la actualidad, los cuales se presentan a continuación.

2.3.1 Ley 115 de educación.

La estrategia se rige a partir de algunos fundamentos legales descritos en la ley 115, los objetivos generales de la educación básica que permiten ampliar y profundizar en el razonamiento lógico y analítico para la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, la tecnología y la vida cotidiana. Los aspectos más importantes los encontramos en los siguientes artículos contemplados en la ley.

ARTICULO 1o. Objeto de la ley. La educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes.

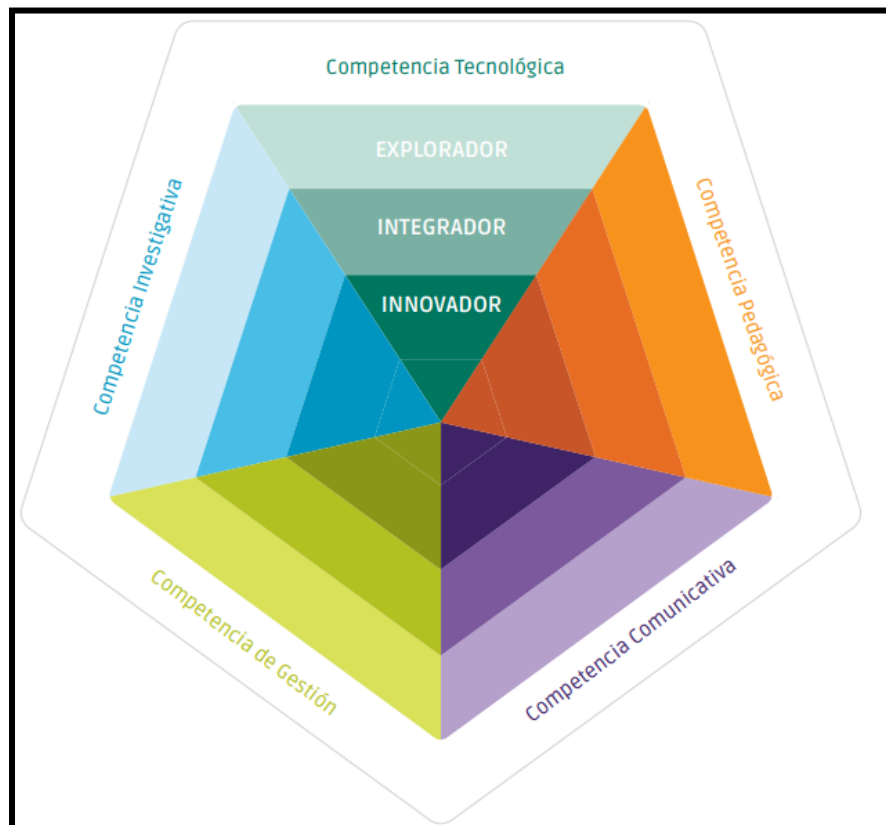
ARTICULO 3o. Prestación del servicio educativo. El servicio educativo será prestado en las instituciones educativas del Estado. Igualmente, los particulares podrán fundar establecimientos educativos en las condiciones que para su creación y gestión establezcan las normas pertinentes y la reglamentación del Gobierno Nacional.

ARTICULO 206. Colaboración entre organismos del sector educativo. El Ministerio de Educación Nacional establecerá los mecanismos para que el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas, Colciencias; el Instituto Colombiano de Cultura, Colcultura, y el Instituto Colombiano de la Juventud y el Deporte, Coldeportes, diseñen programas especiales con el fin de desarrollar su función en la educación formal, no formal e informal. (MEN, 1994)

2.3.2 Competencias TIC para el desarrollo profesional docente

Figura 6.

Pentágono de las competencias TIC



El principal objetivo del documento competencias TIC para el desarrollo profesional docente es procurar la innovación para mejorar la calidad educativa, basado en el desarrollo de competencias como la investigativa, de gestión, comunicativa, tecnológica, y pedagógica. Existe un marco regulatorio sobre el cual se establece este documento y definen las condiciones fundamentales para fortalecer políticas de innovación las cuales se sustentan en el cumplimiento de las siguientes funciones misionales:

1. Metas 2021. En “La educación que queremos para la generación de los bicentenarios”
2. En la Ley de Ciencia y tecnología 1286 de 2009 se propone que promover la calidad de la educación, en los niveles de media, técnica y superior.
3. El documento CONPES 3527 de 2008, Política Nacional de Competitividad y productividad, en lo relacionado con el uso y apropiación de medios y nuevas tecnologías establece como objetivos principales garantizar el acceso de la población colombiana a las TIC y generar la capacidad para que las personas puedan beneficiarse de las oportunidades que ellas ofrecen.
4. Documento CONPES 3670 de 2010, define los lineamientos de política para la continuidad de los programas de acceso y servicio universal a las tecnologías de la información y la comunicación.
5. Plan Decenal de Educación 2006-2016: cuya finalidad es servir de ruta y horizonte para el desarrollo educativo del país. En este plan se establecen como desafíos de la educación en Colombia, entre otros: Renovación pedagógica y uso de las TIC de la educación.
6. En el Plan Nacional de Desarrollo 2010–2014, el propósito fundamental en materia de educación es mejorar la calidad, pues se considera el instrumento más poderoso para reducir la pobreza y el camino más efectivo para alcanzar la prosperidad. (MEN, 2013)

2.3.3 Plan decenal de educación. (PNDE)

El alcance del PNDE 2016-2026 es:

Contar con un plan innovador, incluyente, de construcción colectiva y regional, que plantee los fundamentos necesarios para que Colombia tenga más y mejores oportunidades en 2026. De tal manera, se generará un gran acuerdo nacional que comprometa al gobierno, los diferentes sectores de la sociedad y la ciudadanía, para avanzar en las transformaciones que Colombia requiere desde la educación. (MEN, 2016)

Por lo tanto, el PNDE es un conjunto de propósitos, objetivos y metas que expresan la voluntad del país en materia educativa. Las macro metas que se plantean con las siguientes:

1. Diseño de Currículos. En el 2010, las instituciones educativas han diseñado currículos colectivamente con base en investigación que incluyen el uso transversal de las TIC y promueven la calidad de los procesos educativos y la permanencia de los estudiantes.

2. Innovación pedagógica a partir del estudiante. En el 2010, todas las instituciones educativas han desarrollado modelos e innovaciones educativas y pedagógicas que promueven el aprendizaje activo, la interacción de los actores educativos y la participación de los estudiantes.

3. Innovación pedagógica a partir de la investigación. En el 2010, todas las entidades territoriales y las instituciones educativas conforman grupos de investigación para la innovación educativa y pedagógica e incentivan experiencias significativas y redes colaborativas virtuales.

4. Fortalecimiento de los procesos lectores y escritores. En el 2008, el país cuenta con una política pública de Lectura y Escritura dirigida a la promoción e implementación de planes y proyectos, a la erradicación del analfabetismo y a la dotación de un sistema de Bibliotecas escolares y municipales.

5. Fortalecimiento de procesos pedagógicos a través de las TIC. El MEN (2010) ha promulgado políticas nacionales tendientes al uso de estrategias didácticas activas que faciliten el aprendizaje autónomo, colaborativo y el pensamiento Crítico y creativo mediante el uso de las TIC. Todas las Instituciones educativas han renovado sus proyectos educativos en torno a la transformación de sus ambientes de aprendizaje con el apoyo de las TIC, los cuales son presentados en redes virtuales educativas.

6. Formación inicial y permanente de docentes en el uso de las TIC. En las escuelas normales y en las facultades de educación, los programas de formación promueven la investigación e incluyen el uso de las TIC como estrategia pedagógica y, además, el 80% de los docentes son competentes en estrategias interactivas, cooperativas y que integran las TIC para el aprendizaje significativo.

7. Dotación e Infraestructura. Se ha facilitado el acceso a Internet para toda la población colombiana, todas las instituciones educativas tienen acceso de calidad, los docentes y directivos cuentan con sus computadores personales y existe un computador disponible por cada dos estudiantes.

8. Fortalecimiento de los proyectos educativos y mecanismos de seguimiento. Los entes territoriales desarrollan programas de acompañamiento y divulgación a la renovación pedagógica y uso de las TIC.

9. Estándares y Competencias. En 2009 el MEN ha formulado políticas que regulen programas con componentes virtuales, no presenciales, y han promulgado Estándares de competencias pedagógicas que incorporan las TIC para docentes y Competencias de uso de las TIC para estudiantes de todos los niveles.

10. Evaluación. En el 2009, se ha reglamentado el sistema de Evaluación y promoción de estudiantes, para que responda a metas de calidad, permanencia y cobertura. (PNDE, 2016)

2.3.4 Referentes de calidad.

Los referentes de calidad brindaron bases teóricas, fundamentos, procesos de aprendizaje, estrategias didácticas y actividades que le dieron orientación a la propuesta de investigación.

Lineamientos curriculares en área de ciencias naturales. Definen fundamentos filosóficos y epistemológicos que guían la enseñanza de las ciencias de la naturaleza. (MEN, 1998)

Estándares básicos de competencia en ciencias naturales. Un estándar es un criterio claro y público que permite juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto, cumplen con unas expectativas comunes de calidad; expresa una situación deseada en cuanto a lo que se espera que todos los estudiantes aprendan en cada una de las áreas a lo largo de su paso por la Educación Básica y Media. (MEN, 2004)

Derechos básicos de aprendizaje (DBA). Los DBA, en su conjunto, explicitan los aprendizajes estructurantes para un grado y un área particular. Se entienden los aprendizajes como la conjunción de unos conocimientos, habilidades y actitudes que otorgan un contexto cultural e histórico a quien aprende. (MEN, 2016)

Mallas de aprendizaje de ciencias naturales. El propósito de las Mallas de aprendizaje es ofrecer una herramienta pedagógica y didáctica a los Establecimientos Educativos y a los docentes para favorecer el fortalecimiento y la actualización curricular, centrada en los aprendizajes de los estudiantes grado a grado. Su importancia radica en que ofrecen sugerencias didácticas que orientan los procesos curriculares, especialmente en el aula. (MEN, 2016)

3. Propuesta formativa “El modelado y la simulación como precursores de la noción de explicación”

La presente propuesta formativa pretende que el docente asuma el ciclo de la investigación acción apoyado en el modelado y la simulación con dinámica de sistemas con sus estudiantes, construya su propio ciclo adaptándolo al contexto, aprenda de su creación y le dé continuidad al proceso con un segundo ciclo de aprendizaje.

3.1 Metodología

La propuesta se construyó bajo el diseño de la investigación cualitativa, que dentro sus principales características están su adaptabilidad. La propuesta se guía por el enfoque de la investigación acción (IA) que permite a los profesores tener un acercamiento directo a la problemática, lo cual hace posible desde el aula contribuir a fines como: el desarrollo curricular, el autodesarrollo profesional, la mejora de los programas educativos, los sistemas de planificación o la política de desarrollo (Latorre, 2003, p. 23).

En este sentido la IA servirá de guía metodológica orientadora para la construcción de un plan de acción que permita sobre sus fases (planificación, acción, observación y reflexión) definir las estrategias de intervención en una secuencia didáctica que oriente el proceso, los pasos y la metodología, las técnicas e instrumentos de recopilación y análisis de la información que posibilitaran la programación de las fases de investigación.

3.2 Fases de la investigación

Para empezar a definir las fases esta propuesta de investigación, es pertinente aclarar que, por tener un enfoque sistémico, sus procesos se ejecutan con algunas modificaciones y adaptaciones para guiar una propuesta en informática para la educación basada en ambientes de modelado y simulación. De acuerdo con esto, se inicia con una planeación que posibilite el diseño de una estructura apropiada que se describe a continuación.

3.2.1 Planificación.

Consiste en la identificación de un problema, tema o propósito sobre el que indagar (analizar con cierto detalle la propia realidad para captar como ocurre y comprender el por qué) (Escudero, 1990); el plan incluye la revisión o diagnóstico del problema o idea central de la investigación (Latorre, 2003, p. 40). De acuerdo con los autores esta planeación aflora del buen diagnóstico de la población objeto de estudio, en la presente investigación se vincula con la competencia explicativa, propia de las ciencias naturales en la cual los estudiantes presentan algunas dificultades. Por ello se formuló y se puso en curso un plan apoyado en el enfoque dinámico sistémico y el modelado y la simulación que apoye estrategias pedagógicas de experimentación que faciliten un proceso de aprendizaje significativo y de construcción de explicaciones.

3.2.2 Acción.

La ejecución debe ofrecer respuesta a los propósitos de la presente propuesta, es decir, 1) Ofrecer la información necesaria para caracterizar las dificultades del desarrollo de la competencia explicativa. 2) Diseño de talleres investigativos que basados en el modelado y la simulación de enfoque estructural y con dinámica de sistemas, pueden aportar al desarrollo de la competencia explicativa. 3) Producir información que permita medir el impacto de las clases integradas con dinámica de sistemas y su aporte a las clases de ciencias naturales.

Para estos fines trazados se definirán tres talleres investigativos apoyadas en clases integradas con dinámica de sistemas, en las cuales se llevarán a cabo cuatro momentos: la exploración, la construcción teórica, el modelado, la simulación y la experimentación. En la tabla 3 se logra apreciar la definición de cada uno los momentos y las posibles acciones a ejecutar.

Tabla 3.

Momentos de la Secuencia de Aprendizaje (Andrade y Gómez, 2009, p. 200)

Momentos de aprendizaje	Descripción de los momentos
Exploración	Se formula la pregunta guía, consiste en una pregunta abierta que cubre un tema para estudio e investigación y a la vez delimita y orienta la secuencia. Esta pregunta pretende hacer explícitos los modelos mentales del sujeto, pero también propicia un punto de partida del cual se obtienen los pre-saberes y nociones acerca del fenómeno a estudiar. En este momento se pretende explorar con algún juego o actividad vivencial o simulada que motive al estudiante a la comprensión del asunto o fenómeno a explicar.

Momentos de aprendizaje	Descripción de los momentos
Construcción Teórica	Se ofrecerán algún tipo de fuente de información (lectura, organizador textual, video, proyección, internet, etc.), esto con el ánimo de establecer un acercamiento al fenómeno, con el fin de que el estudiante aprenda más sobre el mismo, logrando la reformulación del modelo mental y que, con esto, desarrolle un proceso dirigido de aprendizaje. Luego se plantea nuevamente la pregunta guía observando el cambio en la comprensión y explicación.
Modelado y Simulación	Se usará Evolución 5.0 para que, por medio del uso de un modelo de simulación del comportamiento de un fenómeno, la comprensión del modelo y la simulación, le permitirán ver de una manera diferente la síntesis de los planteamientos, y les mostrará a los estudiantes las relaciones que existen entre los distintos elementos que conforman la explicación y que, conozca que está rigiendo los experimentos simulados que realiza. El proceso implicará en primera medida la construcción conjunta del modelo entre docente-estudiantes, pasando después a la simulación del fenómeno, modificando ciertas variables y observando y consignando los cambios que ocurren en la modificación de las variables. En la construcción conjunta del modelo se intentará dar respuesta al porqué que es el fundamento de la explicación científica y en la simulación se plantean cuestiones hipotéticas relacionadas con las variables y el fenómeno a explicar.
Experimentación	Por último, se realizará un experimento práctico que permita evidenciar propiedades y posibilidades que surgieron durante la simulación del fenómeno en Evolución 5.0 además se debe contemplar una descripción detallada del experimento, sus objetivos metodologías y preguntas por contestar para que el estudiante construya y reconstruya su conocimiento. En este

Momentos de aprendizaje	Descripción de los momentos
	espacio se harán comparaciones entre el experimento real y las simulaciones y representaciones hechas en el programa, promoviendo la contextualización y la validación de algunos saberes construidos anteriormente, que permitan complementar las explicaciones y el planteamiento de nuevos interrogantes que posibiliten una mejor comprensión del suceso.

3.2.3 Clases integradas con DS.

Las clases con dinámica de sistemas en el marco de esta propuesta integraron las ciencias de naturaleza y la informática con el objetivo de desarrollar habilidades del pensamiento necesarias para mejorar la competencia explicativa; ello implica que los recursos informáticos usados se asumen como un recurso para la construcción de conocimiento y no como un medio que facilita la presentación de los temas.

Teniendo en cuenta lo descrito en el párrafo anterior, el ambiente de aprendizaje desarrollado en las clases integradas con dinámica de sistemas se establece a partir de tres talleres investigativos que se configuran a partir de los procesos, estándares y derechos básicos de aprendizaje para grado cuarto de primaria emitidos por el ministerio de educación nacional.

La dinámica de operación de las clases se basa en secuencias de aprendizaje que incorporan cuatro momentos (ver tabla 3), estas a su vez hacen parte de un ciclo que se fundamenta en relaciones entre la exploración (actividades iniciales, preguntas, dinámicas, adivinanzas), la construcción teórica (acceso a fuentes de información, lecturas, videos), el modelado y la simulación (fenómeno formulado) y la experimentación (experiencias y experimentos).

3.2.3.1 Diseño de clases integradas con DS. La construcción y planeación de las clases se hizo a partir de talleres investigativos que disponían de esquemas que incluyeron los siguientes elementos: (Ver apéndice C)

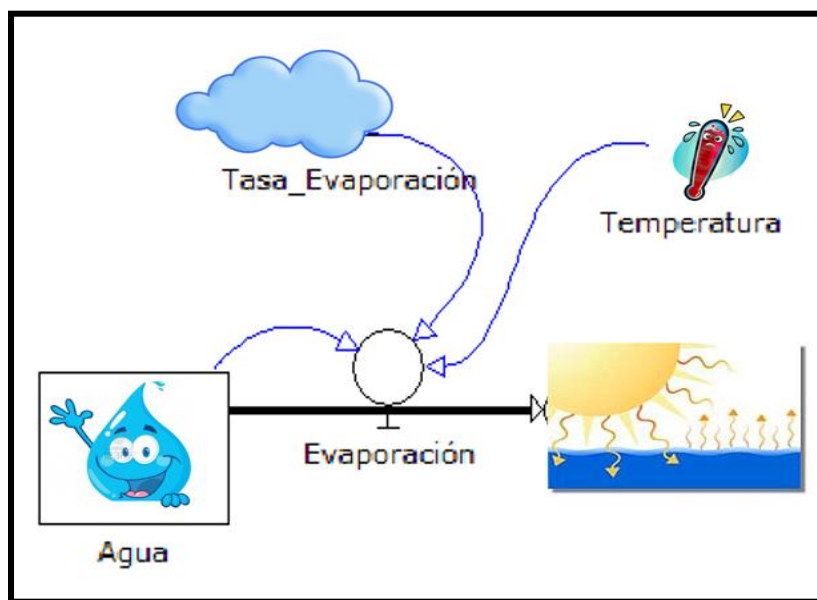
- Tema u objeto de estudio del taller.
- Estándares de competencia del área que fundamentan y dan soporte bibliográfico.
- La meta de aprendizaje.
- Secuencia de aprendizaje que se compone de:
 - Los momentos de aprendizaje. (exploración, construcción teórica, modelado y simulación y experimentación).
 - Estrategia de enseñanza aprendizaje. (Incluye la descripción de las actividades en cada momento o etapa de aprendizaje).
 - Evaluación. (Describe los instrumentos y acciones que serán evaluados dentro de la secuencia de aprendizaje)
- Un modelo o micro mundo de simulación sobre el tema o el software para su desarrollo.
- Materiales y recursos.
- Fuentes de información alrededor del asunto.

3.2.3.2 Fenómenos de modelado y simulación utilizados. Los modelos que se presentan a continuación fueron diseñados a partir de una experiencia particular, es propicio aclarar que son modificables y susceptibles de mejora o adaptación a diferentes contextos. En esta ocasión, surgen de la planeación de los talleres y las metas de aprendizaje planteadas para grado cuarto de primaria.

- **Modelo Agua – Calor**

Figura 7.

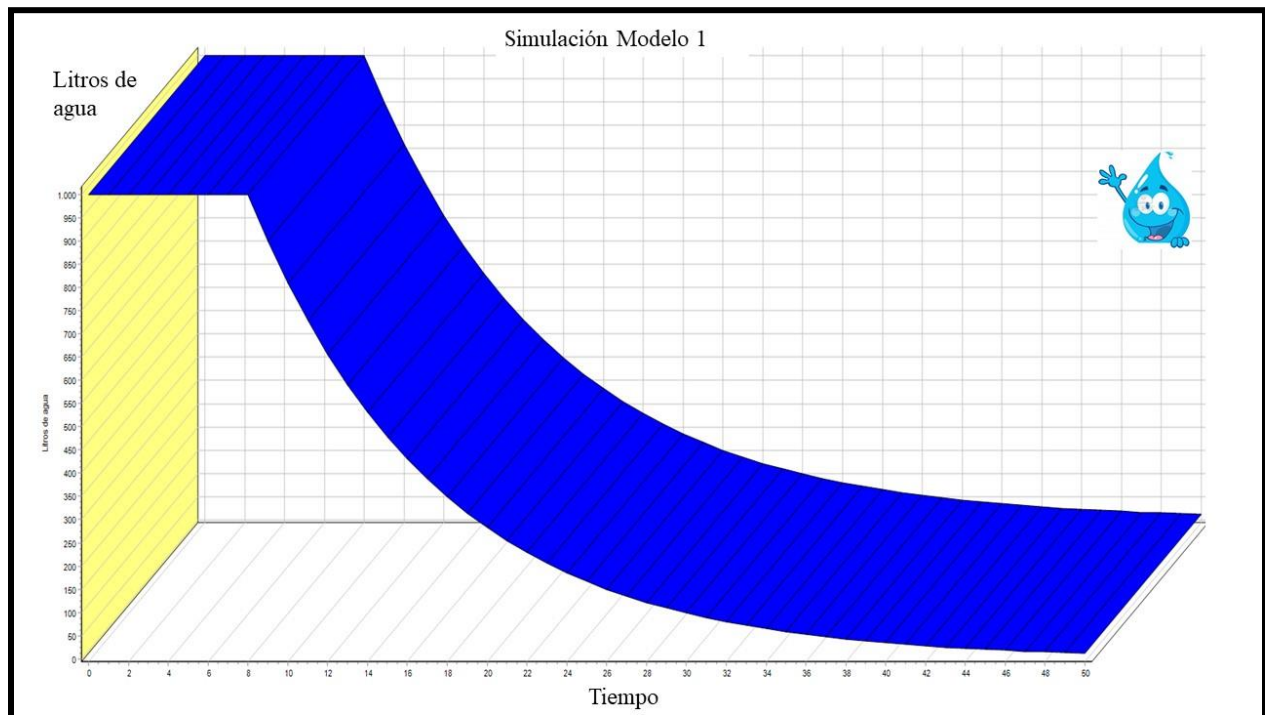
Modelo 1 Olla destapada



El fenómeno objeto de estudio elaborado en EVOLUCIÓN se diseñó con el fin de comprender los factores que influyen en los cambios de estado del agua, para ello, se modelaron tres situaciones que podían ocurrir cuando se pone agua a evaporar por completo en la cocina. La primera, representada en la figura 8, corresponde a poner una cantidad de agua determinada en un recipiente destapado. La representación en el diagrama flujo nivel permite observar los elementos y variables que influyen en el proceso y contribuyen a realizar una explicación científica del mismo respondiendo a la pregunta del ¿por qué?, después de hacer avances en la comprensión del fenómeno se pasaba a hacer una representación simulada que permitía observar el proceso de evaporación del agua en el transcurso del tiempo. (Observar figura 9)

Figura 8.

Simulación del modelo 1 (Olla destapada)



La simulación propone una descripción gráfica de lo que está pasando y también predice el comportamiento de lo que podría ocurrir si hacemos algunos cambios, lo que conlleva a dar repuesta sobre el ¿Qué pasaría si...?

En el segundo modelo se aplicó un cambio que proponía al mismo recipiente completamente sellado en condiciones ideales (poco reales), que cambiaba el fenómeno y lo dotaba de otros elementos interesantes como un nuevo ciclo, es decir, además de haber evaporación, ese vapor volvía a condensarse permitiendo observar una serie de variantes en el modelado y la simulación del evento. (Ver figura 10 y 11)

Los dos modelos sirvieron para hacer comparaciones y contrastar los registros en el tiempo de los sucesos, sin embargo, el segundo modelo no contemplaba lo que ocurre en una situación

real. A pesar de tener el recipiente tapado, es inevitable que se pierda cierta cantidad de vapor y por tanto se planteó un tercer modelo que contemplaba la posibilidad de un escape con cierta tasa de pérdida de vapor que puede ser por algún orificio en la tapa o los pliegues entre la tapa y la olla.

Figura 9.

Modelo 2 Olla tapada

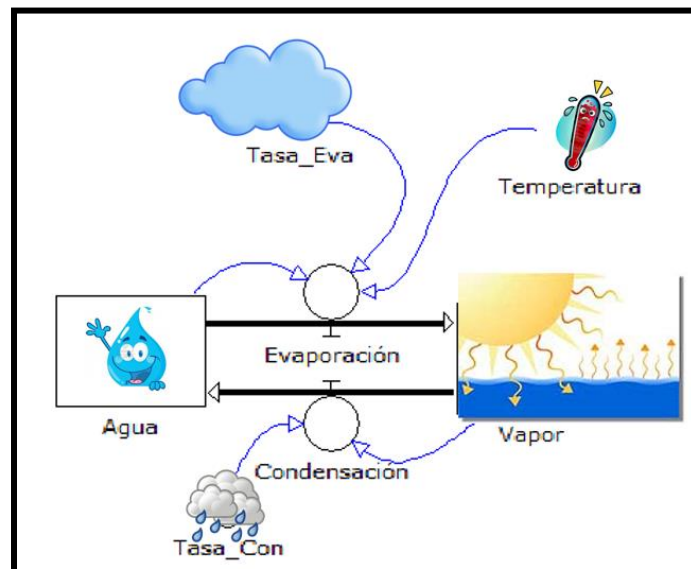
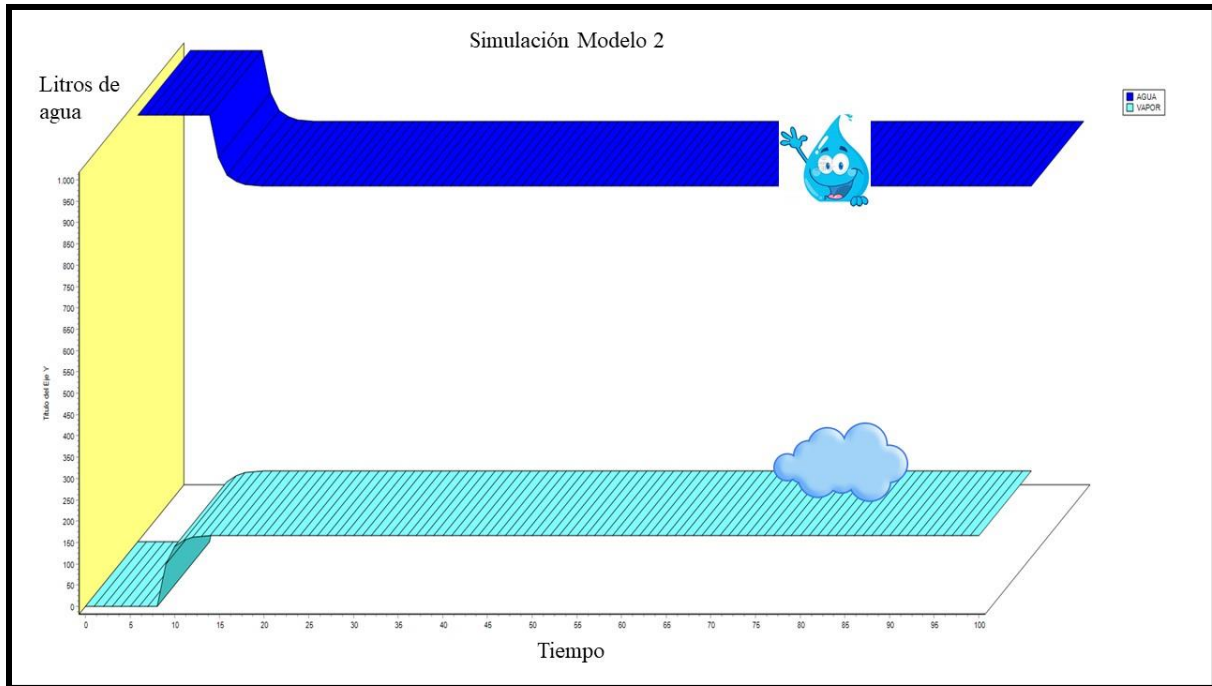


Figura 10.

Simulación del Modelo 2 (Olla tapada)



A continuación, se observa el modelo 3 y la simulación respectiva en el cual se describe una situación más compleja que reúne los elementos que pueden ocurrir en los hogares cuando se pone a hervir agua en un recipiente tapado.

Figura 11.

Modelo 3 Olla tapada con escape de vapor

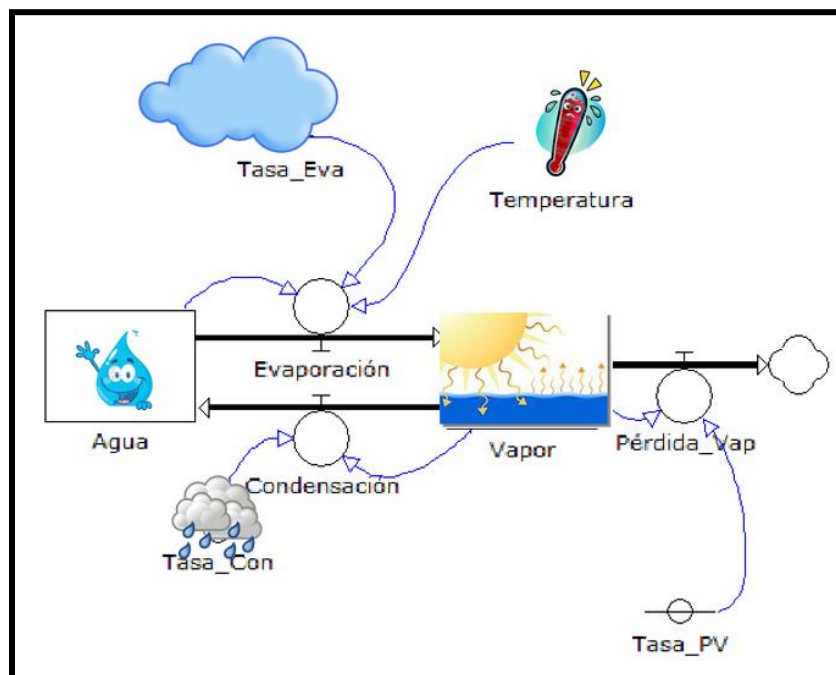
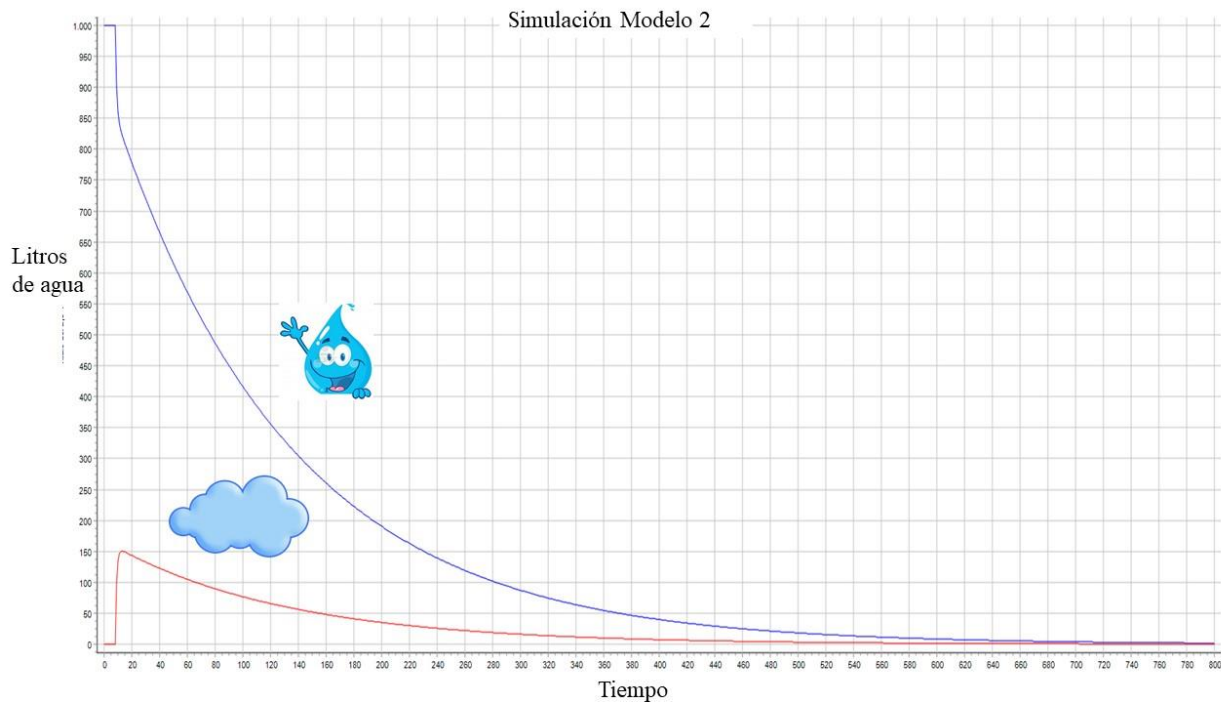


Figura 12.

Simulación 3 (Olla tapada con escape de vapor)



- **Simulación sobre fuerzas y movimientos (Paul y Podolefsky, 2019)**

Las simulaciones realizadas para el segundo taller investigativo provienen de un proyecto de simulaciones interactivas de PhET de la universidad de Colorado en Boulder fundado en el 2002 por el ganador del premio nobel Carl Wieman. “*Las simulaciones de PhET se basan en investigación educativa extensiva e involucran a los estudiantes mediante un ambiente intuitivo y similar a un juego, en donde aprenden explorando y descubriendo (PhET, 2021)*”.

Las simulaciones que apoyaron el taller se relacionaron con las temáticas de fuerza neta, movimiento, aceleración y fricción, permitieron interactuar con el fenómeno de estudio, posibilitando su explicación y comprensión con ayuda de la mediación, tratando de brindar elementos a la pregunta problema: ¿Por qué algunas fuerzas que se aplican a un cuerpo u objeto

no generan movimiento?, en las distintas simulaciones los estudiantes pueden variar diversos elementos que componen al fenómeno, como la fuerza aplicada, la fricción, la cantidad de masa, la aceleración y velocidad, entre otros aspectos que aportan a la construcción de conocimiento.

Figura 13.

Simulación escenario de fricción



En la figura 14 se puede observar el escenario de la simulación y cómo se relacionan los elementos, además de funcionar en el proceso de construcción de conceptos y favorecer en la adquisición de lenguaje científico, tiene una apariencia atractiva pertinente para los niños de estas edades.

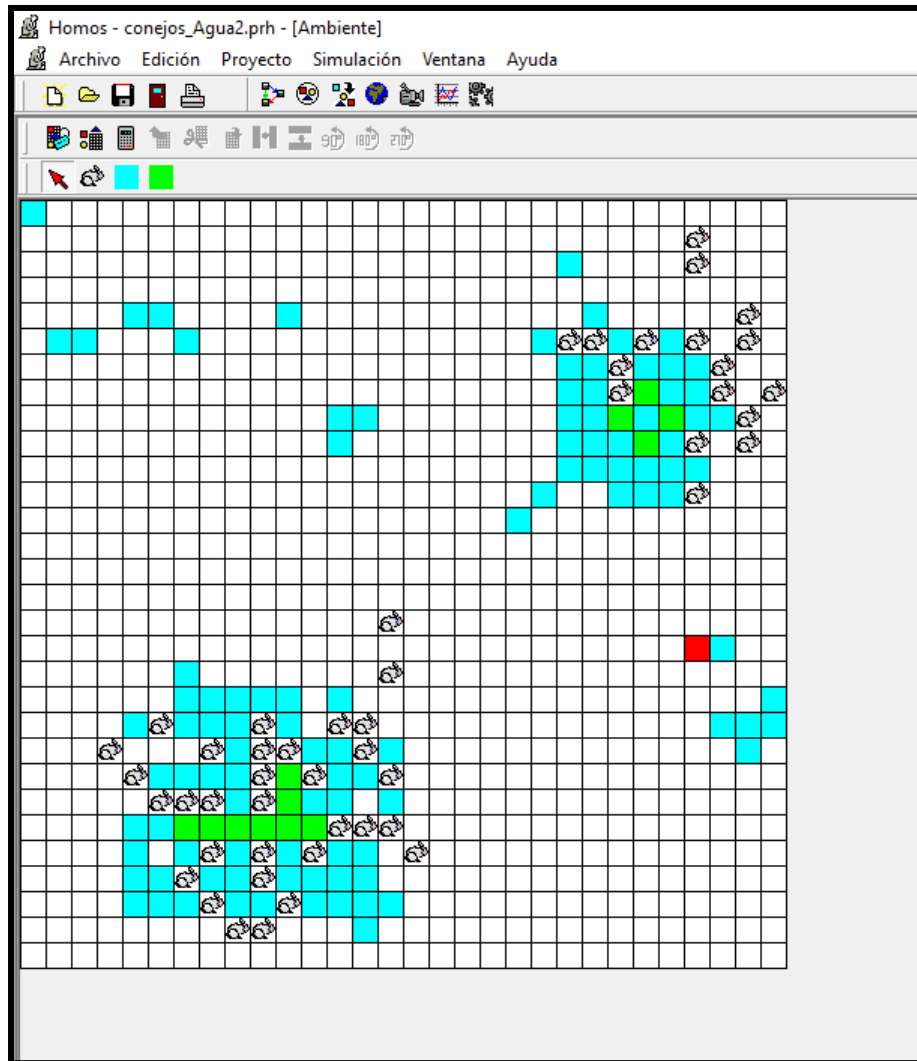
- **Modelo conejos, agua y árboles**

En el último taller aplicado denominado “factores que afectan a las poblaciones”, se implementó un modelo diseñado en HOMOS, que recrea la relación entre el agua, los árboles y la proliferación de conejos, se dictaminaron algunas reglas a estos objetos y algunas relaciones de dependencia entre los mismos, ello permitió simular escenarios en los cuales se lograron evaluar

algunas de las causas por las cuales puede desaparecer una especie y permitir contrastar estas conclusiones en otras problemáticas que pueden vivenciar otras especies. (Observar figura 15)

Figura 14.

Simulación del modelo conejos, agua y árboles



3.2.4 Observación de la acción.

Según Latorre (2003), la observación incluye una evaluación de la acción a través de los métodos y las técnicas apropiadas. Para ello se definieron las siguientes técnicas de observación y recolección de la información de acuerdo con la problemática descrita.

Se realizó un diagnóstico que posibilitó caracterizar las debilidades encontradas en la competencia explicativa, usando el cuestionario que es un instrumento que adaptado al contexto y diseñado con propósito claros, permitió caracterizar mejor la problemática.

Se realizó observación no participante durante el proceso inicial a cinco sesiones de clase del profesor del área de ciencias naturales, en el cual se pudieron identificar comportamientos, actitudes, dificultades, nociones y habilidades durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de las clases de ciencias naturales. En este sentido, una ventaja es que el examinador puede tomar notas sobre la conducta no verbal, como el movimiento y los gestos no faciales y corporales (McKernan, p. 80. 1999) Estos registros fueron tomados y consignados en el diario de campo del docente investigador y sirvieron para su análisis respectivo.

Se diseñaron tres talleres investigativos orientados por los componentes de una estrategia didáctica de Feo (2010), en el cual se definirán los objetivos, competencias, secuencia didáctica, recursos y medios, estrategia de evaluación, entre otros.

Para captar las situaciones de clase se recurrió a la técnica de grabación de video y audio, en la cual se pretende filmar diferentes aspectos de la clase y sobre todo los diferentes momentos llevados a cabo en la secuencia de aprendizaje, sin embargo según Elliott (1981) los investigadores sacarán mayor partido, revisando la cinta primero, deteniéndose en aspectos significativos y transcribiendo luego los episodios significativos, ello puede conllevar a mayor tiempo pero el

esfuerzo puede valer la pena, dado que la sistematización de la información permite dar a conocer el detalle de la intervención. Este proceso fue realizado con ayuda del programa AMBERSSCRIPT (Observar apéndice D)

El análisis documental fue una técnica fundamental para evaluar los resultados obtenidos, con los apuntes que los estudiantes tomen en sus cuadernos, sus comentarios en los chats y las respuestas que escriban en las guías, laboratorios y ejercicios de la clase.

Finalmente, se diseñó una prueba tipo saber sobre los ejes temáticos vistos que ayudó a identificar algunos cambios logrados con el diseño y aplicación de la unidad didáctica acompañada de los talleres investigativos, en los cuales se seleccionen preguntas que aludan a la competencia explicativa y permitan servir de análisis y complemento a la discusión de resultados.

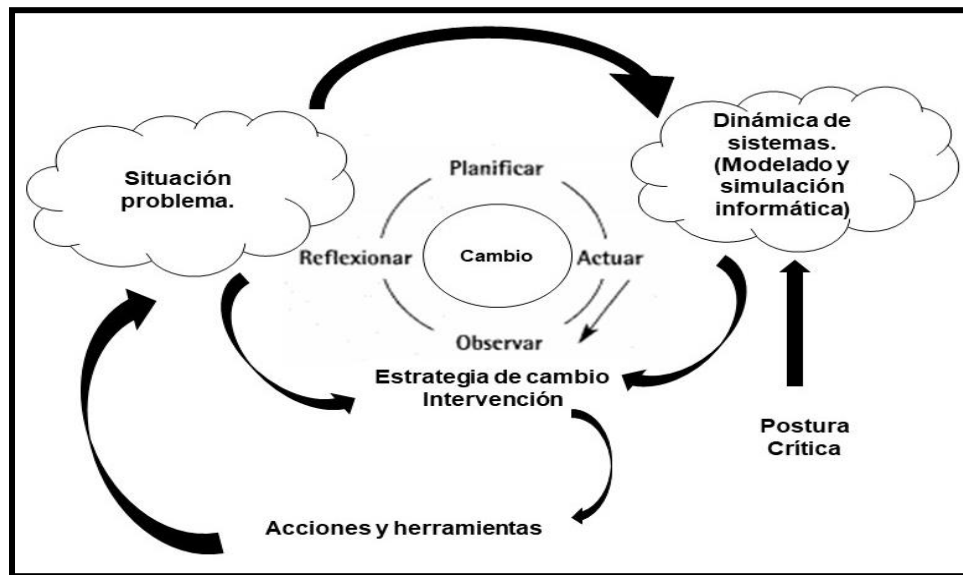
3.2.5 Síntesis reflexiva en la investigación.

La síntesis reflexiva se trata de extraer los aportes fundamentales de un proceso de investigación. En este caso es un proceso que nos invita a retomar sobre la experiencia para identificar los aprendizajes fundamentales que funden un nuevo ciclo de investigación.

A manera de resumen se presenta el siguiente modelo de investigación acción adaptado y modificado según la propuesta dinámica sistémica (DS) en la escuela:

Figura 15.

Dinámica de la investigación acción con la DS en la escuela



Nota. (Andrade y Gómez, p. 210, 2009)

Las cuatro fases anteriormente descritas están conformadas a su vez por varias etapas y acciones que se ejecutan sistemáticamente, dando lugar al ciclo de la investigación acción (ver figura 16). Para resumir las distintas fases del proceso y detallar las etapas y acciones a ejecutar se condensa la información en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Descripción de las fases de la investigación con sus etapas y acciones.

Fases	Etapas y técnicas	Acciones e instrumentos
Fase planeación	Etapa 1. Diagnóstico a través de las técnicas de observación	Acción 1. Observación e identificación de las dificultades en las clases de ciencias naturales.

Fases	Etapas y técnicas	Acciones e instrumentos
	participante y la encuesta a estudiantes sobre las nociones y el desarrollo de la competencia explicativa.	Acción 2. Aplicación de la encuesta diagnóstica para con base en los hallazgos realizados por medio de la observación caracterizar las dificultades encontradas en la competencia explicativa.
	Etapa 2. Diseño de los talleres de investigación, de acuerdo a los fenómenos a estudiar en clases de ciencias naturales y las metas o propósitos de las clases.	Acción 1. Secuencia didáctica relacionada con la siguiente meta de aprendizaje: Comprende que la diferencia de temperatura y otros factores influyen en los cambios de estado del agua.
		Acción 2. Secuencia didáctica relacionada con la siguiente meta de aprendizaje: Explica fenómenos que involucran a la fuerza, el trabajo y el movimiento en situaciones que ocurren en la vida cotidiana.
Fase de Acción	Etapa 1. Aplicación de los talleres de investigación.	Acción 3. Analiza y comprende los mecanismos de supervivencia de los seres vivos dentro de un ecosistema y las alteraciones de estos por factores externos.
		Ejecución de las secuencias didácticas, teniendo en cuenta los momentos de la clase (Exploración, Construcción teórica, modelado y simulación y experimentación).
Fase de Observación	Etapa 1. Observación participante.	Reestructuración de las unidades didácticas siguientes a partir de

Fases	Etapas y técnicas	Acciones e instrumentos
Fase de reflexión		situaciones evidenciadas a través de la observación
	Etapa 2. Análisis documental.	Toma de evidencias presentes en los diarios de los estudiantes, los cuadernos, las guías de laboratorio o ejercicios de la clase.
	Etapa 3. Grabación de video.	Las grabaciones de las clases permitirán un flujo importante de información y datos que luego deberán ser analizados.
	Etapa 1. Se cierra el ciclo de intervención y se da paso a la elaboración del informe con los resultados obtenidos a partir de los datos recopilados en las fases anteriores	Acción 1. Reestructuración de las unidades didácticas a partir de situaciones evidenciadas a través de la observación, puesto que la reflexión no es solo al final sino durante todo el proceso.

3.3 Población

La población participante fueron 23 estudiantes varones de grado cuarto que pertenecen a dos cursos (4A y 4B) de una institución educativa de Piedecuesta, Santander, se encuentran en edades de los 9 a los 11 años, la mayoría de las familias pertenecen a un nivel sociodemográfico grado 4 o superior, por tanto, son una población con buenas posibilidades de conexión, recursos tecnológicos apropiados que posibilitan la aplicación de esta propuesta bajo la modalidad remota.

4. Análisis de resultados

Para llevar a cabo el análisis e interpretación de los datos recopilados a lo largo del proyecto, se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con las técnicas e instrumentos descritos en cada fase de la investigación. El análisis se sustenta en diferentes niveles, categorías conceptuales y observaciones que permitieron examinar las actividades integradas con DS, la competencia explicativa y el modelado y la simulación.

La información se organiza de acuerdo con el orden de aplicación en el aula, los diferentes momentos dentro de las sesiones y los talleres de investigación.

4.1 Análisis de la prueba diagnóstica

La prueba diagnóstica fue diseñada a partir de la observación no participante realizada a las clases del profesor titular del área de ciencias naturales. Constó de 10 preguntas abiertas tomadas de la prueba saber que fueron modificadas y adaptadas; en las cuales se evaluó el nivel de significancia de la competencia explicativa en estudiantes de grado cuarto pertenecientes a dos cursos de la institución.

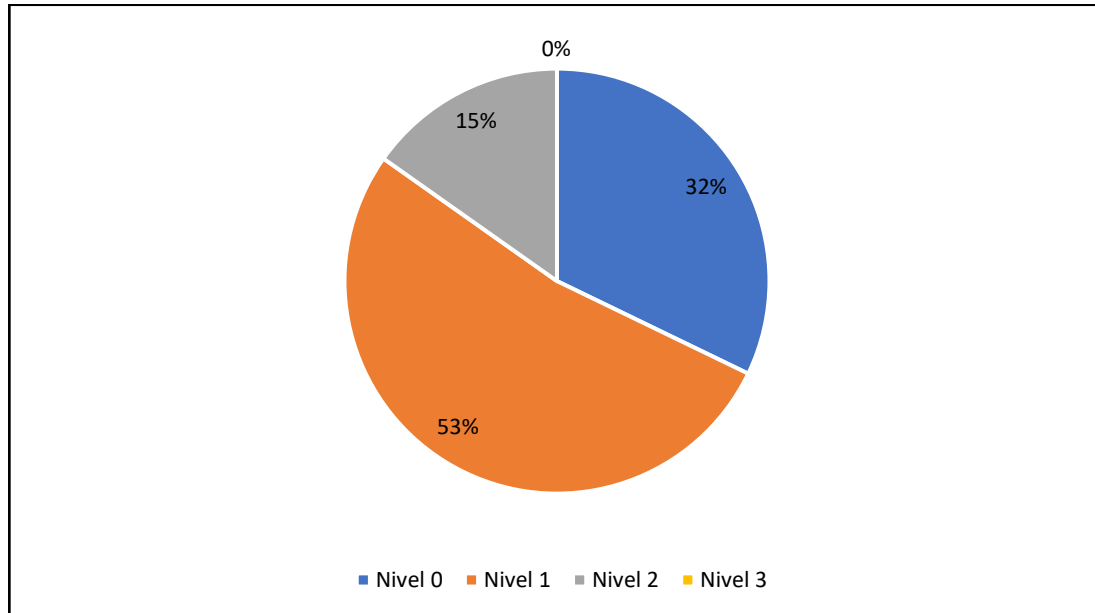
Tabla 5.

Niveles y grados de significancia de la competencia explicativa (Cañal, 2012)

Niveles y grados de significancia	Descriptor
Nivel 0 (Muy Bajo)	No alcanza a desarrollar el descriptor del nivel 1. (Nivel repitiendo)
Nivel 1 (Bajo)	Saber exponer lo aprendido utilizando palabras propias.
Nivel 2 (Medio)	Exponer ejemplos personales pertinentes, relativos a lo aprendido.
Nivel 3 (Alto)	Saber emplear el conocimiento personal en relación con el nuevo contenido, contexto o experiencia.

Figura 16.

Porcentaje de estudiantes en los niveles y grados de significancia en la prueba diagnóstica



Los resultados reflejaron que el 32% de los estudiantes se encuentra en el nivel 0 (Observa figura 17 y tabla 5). Esto se puede evidenciar en la Figura 18, en la cual se observa la pregunta:

“¿Por qué se empezó a evaporar el agua?”, de la prueba diagnóstica, en donde algunos estudiantes respondieron: “*por el calor*”, “*porque la calentaron*”, “*porque el clima estaba como caliente*”; Se puede observar que sus explicaciones son soportadas en relación con la experiencia y le atribuye causas de otras experiencias, sin embargo, puede que la explicación no sea suficiente para describir el fenómeno, además sus respuestas son cortas y repiten lo que se menciona en el enunciado, lo cual denota desconocimiento y dificultades en la descripción.

Figura 17.

Pregunta 1. Prueba diagnóstica



En el nivel 1 se encuentra el 53% de las respuestas dadas por los estudiantes (ver figura 17). Según este nivel y grado de significancia de la competencia explicativa, los estudiantes deben

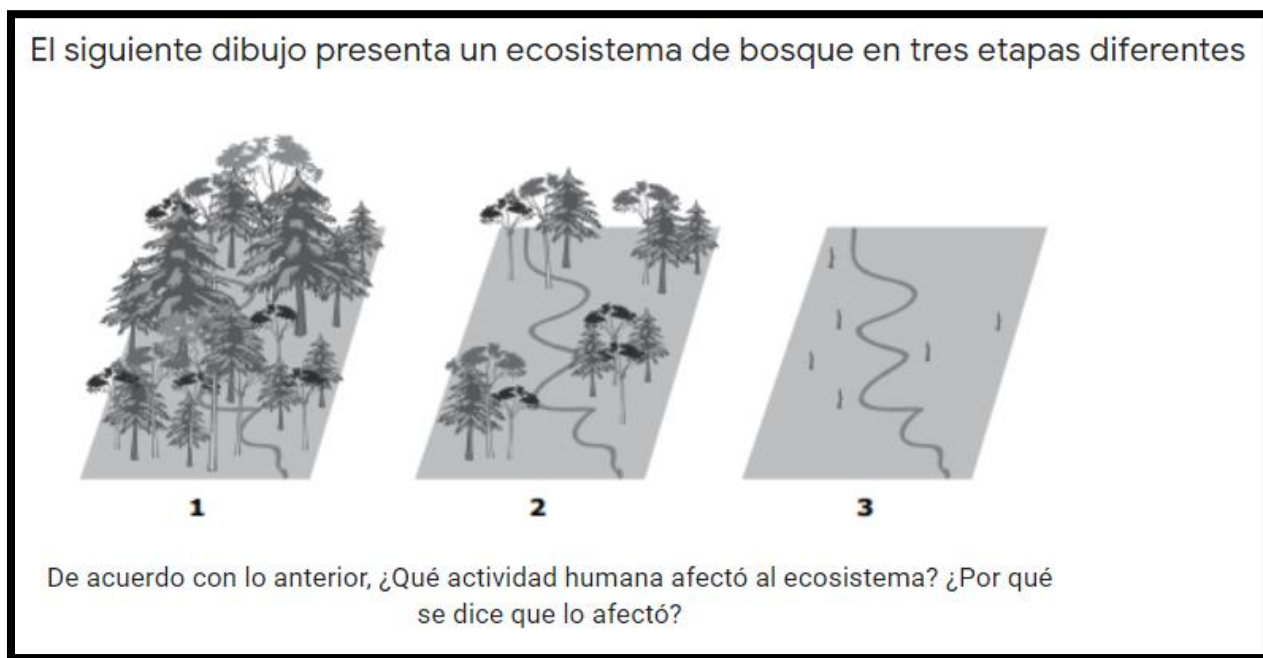
saber exponer lo aprendido utilizando sus propias palabras, la mayoría de los estudiantes de grado cuarto logran alcanzar este nivel básico de explicación, esto se puede apreciar en la pregunta 6: ¿Qué actividad humana afectó el ecosistema? ¿Por qué se dice que lo afectó? (Observar figura 19) de la prueba diagnóstica en donde los estudiantes respondieron:

- *“la deforestación lo afecto por que mato a todos los árboles”*
- *“la actividad humana es tala de árboles, porque la tala de árboles disminuye los árboles en la zona”*
- *“la tala de árboles, porque lo destruyó por completo”*
- *“La tala de árboles: porque arrasaron con todos los árboles”.*

Las expresiones y explicaciones de los estudiantes indican que hay un reconocimiento del fenómeno e intentan describirlo con un grado bajo de explicación, porque en la mayoría de sus argumentos solo reconocen a los árboles como una población perteneciente al ecosistema, no se evidencia alguna relación con la experiencia o alguna formulación de

Figura 18.

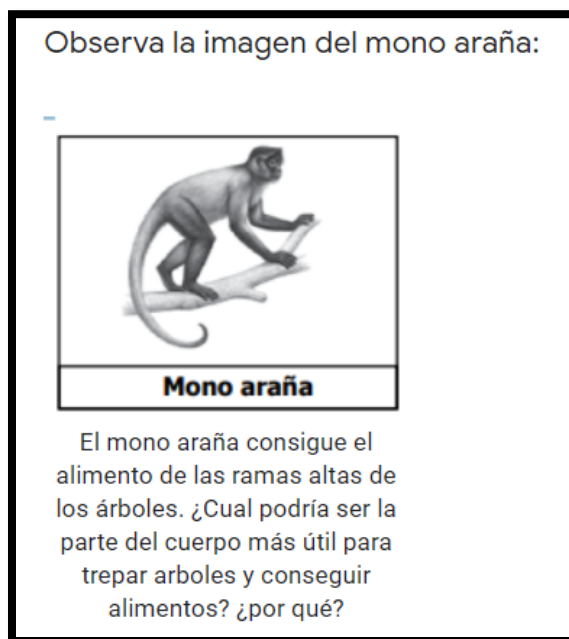
Pregunta 6. Prueba diagnóstica



En el nivel 2 (Ver tabla1) se encuentran el 15% de los estudiantes quienes lograron hacer explicaciones con un grado medio de significancia, que además de tener saberes previos en sus afirmaciones se identifican posibles aproximaciones contextualizadas con vivencias propias. En la figura 20 se representa la pregunta 8 que indaga por las partes del cuerpo que le son más útiles para trepar árboles al mono araña, los estudiantes mencionaron: “*Las manos y la cola, por qué la cola le da equilibrio para que pueda sostenerse con las manos con menos riesgo a caerse*”, “*sus extremidades como sus brazos sus piernas y su cola dato interesante la cola de los monos ellos la usan para escalar*”. Las explicaciones anteriores contemplan un conocimiento y las causas por las cuales dichas partes de cuerpo le son eficientes al mono araña para trepar y obtener alimentos. Este tipo de respuestas fue muy escasa en los resultados de la prueba en general.

Figura 19.

Pregunta 8. Prueba diagnóstica



La prueba diagnóstica hace explicito lo observado durante las sesiones, los estudiantes presentan debilidades en la competencia explicativa, el grado de significancia en donde se encuentran la mayoría es bajo, seguido por el grado muy bajo, ello implica que tienen dificultades para comprender los fenómenos, en algunas preguntas puede haber un contexto desconocido, lo cual limita su explicación, pero en otras los elementos no son suficientes, hay pocos estudiantes que contextualizan el enunciado de la pregunta y citan ejemplos pertinentes.

4.2 Análisis de las grabaciones a los talleres investigativos

En la intervención se aplicaron tres talleres investigativos, durante el primer taller se realizaron tres sesiones con cada curso de grado cuarto (4-A Y 4-B), en el segundo taller hubo dos

sesiones por curso y el tercer taller tuvo una sesión con cada curso del mismo grado (Ver apéndice C). Todas las sesiones fueron grabadas con ayuda de la plataforma TEAMS³, lo cual permitió tener la información completa de los momentos de las clases, actividades, procesos realizados, interacción entre docente y estudiantes y demás factores que forman parte de las clases virtuales. La temática de los talleres fue escogida teniendo en cuenta la malla curricular del colegio y los documentos emitidos por el MEN para el área de ciencias naturales (Lineamientos, estándares, derechos básicos de aprendizaje).

Se realizó un análisis cualitativo de la información recopilada durante las clases, para ello, se realizó la transcripción completa de las sesiones grabadas con ayuda del programa AMBERSRIPT⁴, después se realizó un análisis categorial haciendo uso del programa ATLAS TI CLOUD⁵, la información fue organizada por párrafos y codificada de acuerdo con tres niveles; Codificación abierta (Superficial); Codificación axial (más teórica); codificación Selectiva (Categorías centrales). (Observar apéndice G)

En el trabajo se usan convenciones para proteger el anonimato de los participantes (Ejemplo: E: Estudiantes, DI: Docente investigador). De este análisis se lograron construir tres categorías centrales que se presentarán a continuación.

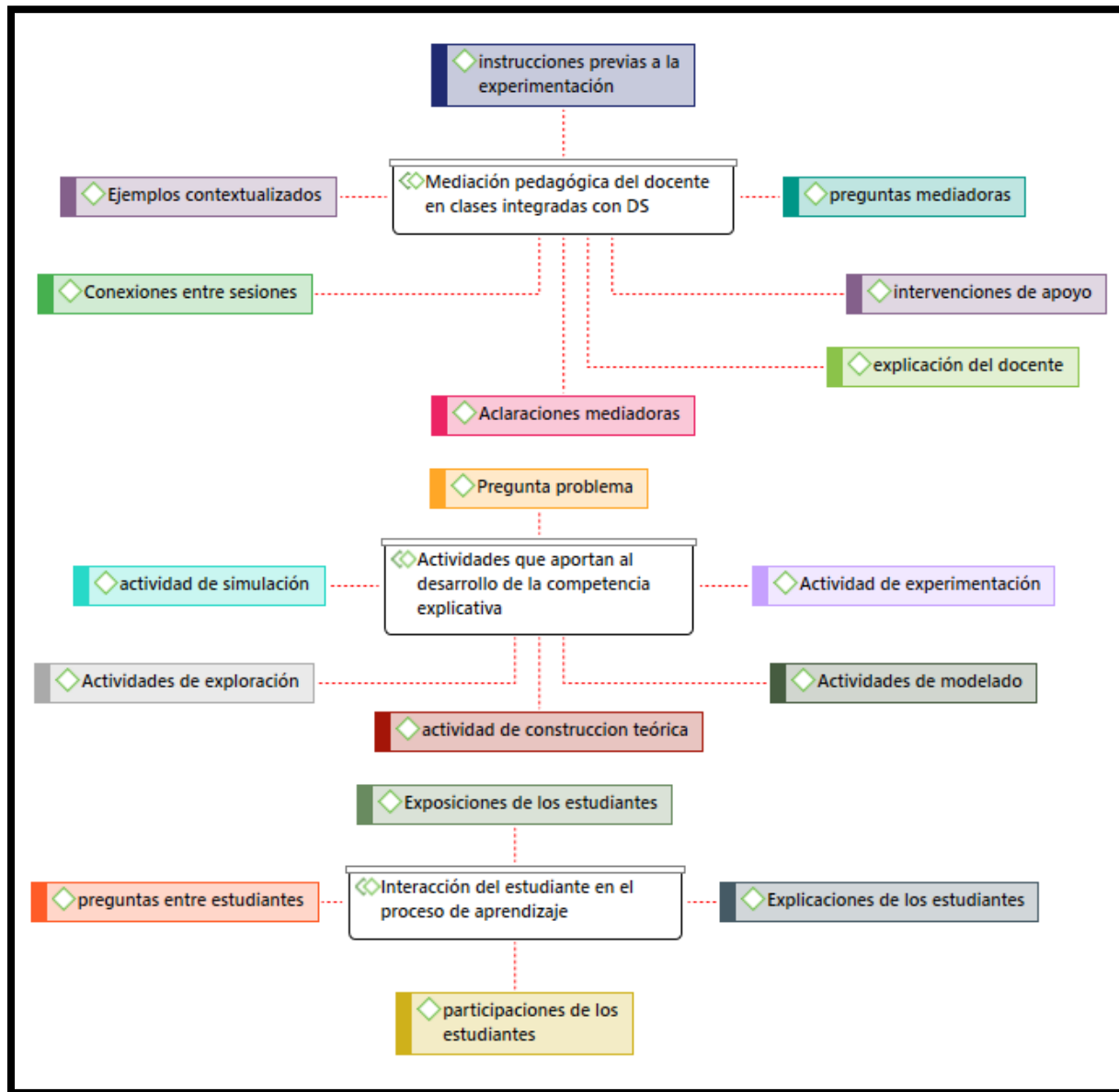
³ Es una plataforma de comunicación sincrónica que fue usada en la grabación de las sesiones de clase.

⁴ Programa que permite las transcripciones de grabaciones en línea.

⁵ Programa para el tratamiento de datos cualitativos.

Figura 20.

Red semántica de las categorías centrales



4.2.1 Mediación pedagógica del docente en clases integradas con DS

Durante el análisis de las sesiones se pudo observar una fuerte tendencia del profesor como guía u orientador del aprendizaje, una función más centrada en la producción de ideas por parte de

los estudiantes, enfocado en descubrir las ideas previas que subyacen y que permiten construir conocimiento tanto al aprendiz como al mismo profesor. En este sentido el rol del docente no era ofrecer las respuestas sino tratar de establecer un constructo a partir de las opiniones de los estudiantes, uno de los códigos que se hizo predominante fueron las preguntas mediadoras⁶.

DI: Si, me dices que me hablas del calor, ¿tú crees que la temperatura es lo mismo que el calor?

DI: ¿Qué pasa cuando, digamos, se vuelve a enfriar el alcohol? ¿Qué creen que pasa? ¿Ustedes qué creen que pasa después de ser un gas? ¿En qué se convertirá si se empieza a enfriar nuevamente?

Los ejemplos anteriores intentan generar controversia e incentivan la participación por parte de los educandos. También hubo espacios de explicación en los cuales se debía tomar voz y explicar algunos conceptos teóricos para tratar de hacer ese conocimiento asequible a los estudiantes, pero era una explicación más conversada evitando el discurso extenso y estableciendo relaciones con los presaberes de los estudiantes. La siguiente explicación del profesor es bastante representativa.

DI: Bueno, puede ser, sí. Digamos que el... ¿El carro tiene cierto peso, cierto? Y ese peso pues influye en el movimiento también. Pero también puede haber una, como dijo. Como dijo el estudiante 1, que puede ser entre el suelo y la llanta, que es la fuerza de fricción. Ciertamente hace que el carro se vaya frenando. Si yo no lo estoy acelerando, el carro se va a ir frenando, ¿cierto? Porque ahí está el roce con el suelo y si no le sigo aplicando, digamos, la fuerza del movimiento, entonces él se va a frenar irremediablemente. Sí, o también podríamos hablar de los frenos del carro. Es cierto que también pueden aplicar

⁶ La descripción realizada durante el análisis corresponde a la observación de sí mismo a partir de la grabación.

una fuerza porque él tiene un disco por acá que es el que hace que se frene la llanta si yo le presiono el freno, sí. Entonces, bueno, esos dos son algunos de las clases de fuerzas que puede haber por contacto. En esa imagen también hay fuerzas a distancia. ¿Quién me explica la fuerza de distancia y cómo funciona?

En el texto anterior se puede apreciar cómo se pone en contexto al grupo con la opinión dada por un estudiante para explicar el concepto de fricción, y se finaliza planteando una pregunta que genera un análisis más profundo y complejo del fenómeno a estudiar.

En un comienzo algunos estudiantes se sintieron temerosos por participar y dar su postura acerca de las preguntas planteadas, para superar esta dificultad se utilizaron aclaraciones mediadoras como la siguiente:

DI: Bueno, tú crees que sí. Bueno, eso también vale. Si uno a veces puede de pronto no saber concretamente la respuesta. Pero si uno tiene una idea, pues trata de decirla, cierto, una creencia. Las explicaciones empiezan por eso, por lo que uno cree que puede estar pasando. Después llega otra persona y le dice Oiga, no, mire, esto es así. Pues es así, así o llegas tú y lees en otra parte y dices ¡Uy! estaba un poquito equivocado. Vamos a cambiar esto que dije acá.

El párrafo anterior permite concluir el papel que como profesor se cumple en las clases integradas con dinámica de sistemas, en donde se construye y reconstruye el conocimiento con las voces de personas expertas o fuentes de información y se van refinando las explicaciones que dan significado al fenómeno a estudiar.

4.2.2 Actividades que aportan al desarrollo de la competencia explicativa.

Esta categoría contempla códigos de segundo nivel que estuvieron presentes durante las sesiones de clase y justifican la importancia de estas actividades en el mejoramiento de la competencia explicativa (ver figura 21). De este modo una de las actividades que permitía hacer conexión entre los presaberes o concepciones alternativas de los estudiantes fueron las de exploración. En el siguiente apartado se presenta una actividad de adivinanza con un objeto, el objetivo es describirlo haciendo uso de algunas de las propiedades de la materia.

DI: Vamos a ver qué tan conectados estamos. Entonces voy a empezar el color. El color de ese objeto que yo tengo o que estoy pensando. Bueno, lo tengo también a la mano, la verdad y también estoy pensando el color es blanco, su forma, su forma cilíndrica. Aunque él tiene, digamos, un espacio en su interior, sí, pero es cilíndrico. La forma de cilindro es el olor. Algunos tipos de materia de esa. O sea, algunos tipos de éstos tienen olor y otros no. No, si depende de la marca. Textura es una textura suave. Es necesariamente suave porque si no puede irritar la piel dureza. Pues si les dije que la textura era suave, no presenta tanta dureza.

La idea de la actividad es que los estudiantes exploren acerca de lo que saben sobre las propiedades de la materia, y después puedan plantear su propia adivinanza haciendo uso de las propiedades mencionadas y otras que puedan surgir durante el ejercicio. Uno de los estudiantes hizo la siguiente descripción:

E: Las características son. A ver, es como es. No es duro, es rígido, es duro, pero muestra la pantalla para ver cuáles son las preguntas. El color es negro. La forma es como una

medialuna más o menos, pero recta. El olor no tiene. La textura es lisa. La dureza es alta. Y ¿cuál es la última? que no alcanzo a ver estado físico habla estado físico sólido. Sólido.

Se puede observar una descripción bastante elocuente y detallada del objeto en la adivinanza, es prudente aclarar que, aunque se genera un poco de desorden, las participaciones de los demás compañeros son nutridas e incluso se motivan por conocer otras características del objeto. Las actividades de exploración incentivan el interés por el objeto de estudio y permitieron desarrollar en la mayoría de los estudiantes habilidades de descripción que son indispensables a la hora de explicar determinado evento o situación.

Otra de las actividades que hicieron parte del proceso de aprendizaje en las sesiones de clase, fueron aquellas en las cuales se revisaron fuentes de información y se procedió a realizar construcción teórica con los estudiantes, ello permitió que algunos de ellos mencionasen postulados para participar de algunos ejercicios. Así se puede notar en la siguiente expresión: “*E: Según la ley de Newton, si un objeto está quieto, en cuando algo está en movimiento lo toca, se empieza a mover...*”, el estudiante cita un autor visto anteriormente en un video, para darle rigor a su argumentación y tratar de explicar lo que está sucediendo en un ejemplo expuesto por el profesor. Es de resaltar, que las fuentes de información presentadas a los estudiantes de estos niveles deben ser dinámicas o adaptadas para su comprensión; los videos, lecturas, animaciones, enlaces y presentaciones tenían un componente didáctico importante.

Las actividades de experimentación fueron un espacio bastante enriquecedor en el proceso, en donde tenían que manipular materiales, tomar registros, hacer observaciones y practicar los conceptos vistos anteriormente. Además de ser un espacio motivante, hace parte del método científico y brinda elementos fundamentales para la explicación. Uno de los experimentos realizados fue poner a calentar agua bajo las mismas condiciones de temperatura, cantidad del

líquido y tomar registros del tiempo de demora en la evaporación completa aplicando una variante, en primera instancia el recipiente debía estar sin tapa, y después realizar el mismo proceso con el recipiente tapado. Como conclusiones varios estudiantes notaron una diferencia entre los tiempos e hicieron aportes como el que se describe a continuación:

E: Porque al estar tapada se concentra más, porque al estar tapada el calor se concentra más. Pues el calor subió en el agua y la transformó en gas. Entonces al hallarla eso se pegó a la tapa y me quemé y me quemé. Entonces pues ahí se quedó el calor y el calor siguió subiendo sin parar. Y cuando la abrí pues salió todo el calor disparado para arriba.

El estudiante concluye que el recipiente tapado se demoró más porque el vapor se concentraba en la tapa. Otro por el contrario menciona que el recipiente tapado se demoró menos tiempo en la evaporación, a lo que uno de los compañeros formula la siguiente posible explicación:

E: También puede ser porque a veces fue pues no sé. Pero en mi casa hay diferentes tamaños, ningún fogón repite el tamaño. también puede ser por eso porque a uno le llegó más fuego más calor. Entonces, pues se evaporó al contacto entonces pudo haberse evaporado más rápido de lo que se hubiera demorado en el mismo fogón.

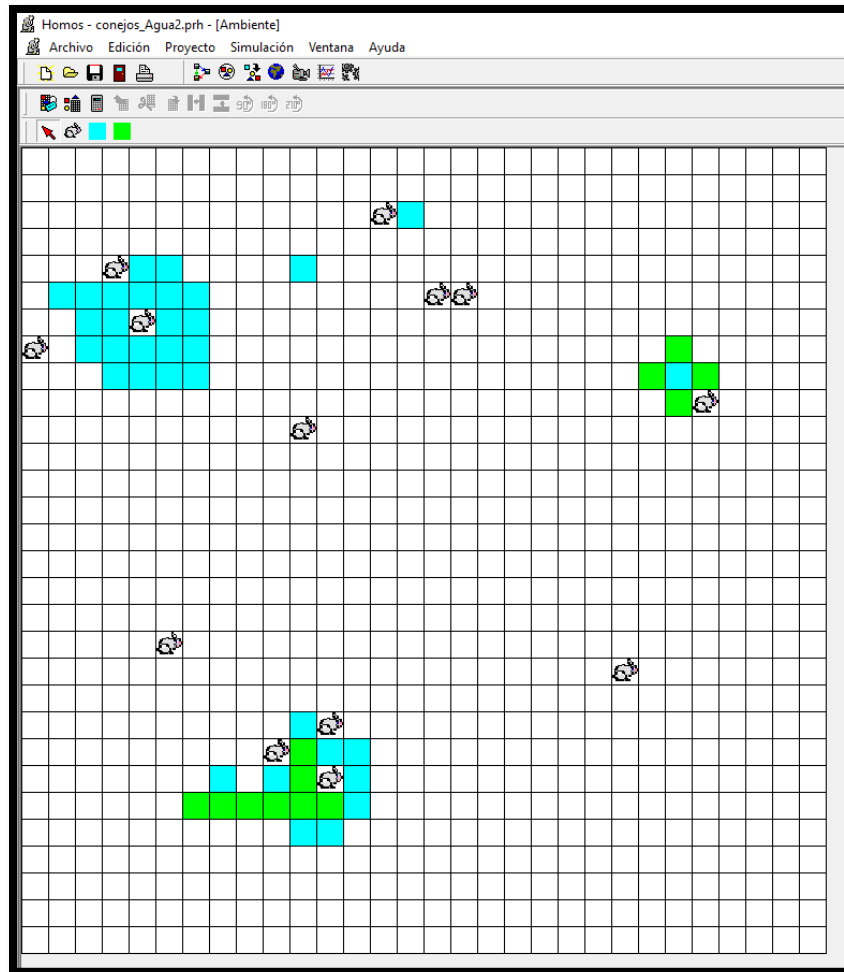
El estudiante contempla que la intensidad del fuego en los distintos fogones de la estufa puede variar y por eso los resultados obtenidos se pudiesen haber visto alterados. Los modelos experimentales proporcionaron ideas, contrastaron hipótesis, permitieron soportar con la experiencia aquellos conceptos vistos y complementaron el saber junto con la explicación.

Finalmente, las actividades de modelado y simulación que tuvieron relación con los modelos aplicados en la experimentación y las actividades anteriores permitieron que el engranaje reflejara vivencias significativas. A los estudiantes en el taller “Factores que afectan las poblaciones” se les presentó un modelo de simulación por medio del software HOMOS, en el cual

se representaba una población de conejos observando su comportamiento, teniendo en cuenta su relación con el agua y los árboles disponibles en su entorno (Observar figura 22).

Figura 21.

Actividad de simulación



Nota. Tomado de: (Podolefsky, 2019)

Se hicieron algunas modificaciones para evidenciar lo que sucedía cuando había escases de árboles o de agua y también cuando alguno de estos factores aumentada de forma representativa.

Luego se continuó planteando algunas situaciones hipotéticas con los estudiantes como la que se sostiene en la siguiente conversación con los estudiantes:

DI: Y bueno. Bueno, el hecho de que las plantas, bueno, que tumben los árboles, ¿en qué afecta, digamos, a las especies?

E: –Depende de qué especie hablemos, a los monos si les afectaría bastante. Y además la deforestación y los árboles sin junglas hacen que se inunden, entonces afecta a todos los animales por igual.

DI: –Ok. Y en, digamos, en los monos ¿en qué les puede afectar que no haya, que no haya, por ejemplo, árboles?

E: –O sea, ellos prácticamente viven los árboles. Entonces se quedaría sin su hábitat.

DI: –¿Y en ese hábitat se encuentran también? ¿Qué más pueden encontrar? Bueno, además de ser su lugar donde ellos están. ¿Qué más pueden encontrar ahí?

E: –También pueden ahí defenderse de los depredadores que no pueden escalar árboles.

DI: –Exacto. Les sirve como un medio de protección.

E: Por eso ellos como no son carnívoros, ellos se alimentan de las frutas de los árboles.

DI: Sacamos el alimento. Sería otro factor ahí que incide, digamos en ese.

El modelo simulado presentado previamente les hace tener una visión global de la problemática y las posibles circunstancias que puede acarrear el hecho de la deforestación en todo el ecosistema y las especies que lo conforman.

4.2.3 Interacción del estudiante en el proceso de aprendizaje.

El estudiante y todas sus formas de interactuar en el proceso de aprendizaje se convirtió en una categorial central de análisis, debido a que la metodología implementada se fundamenta o tiene prelación sobre este actor educativo. Sus participaciones durante las clases fueron elemento reiterativo que posibilitó una cantidad de información representativa.

La información recolectada en esta categoría además de ser amplia arrojó datos interesantes sobre sus preguntas, opiniones, presaberes, ideas, explicaciones, entre otras interacciones. En una de las sesiones de clase se socializó un experimento realizado con algunas preguntas guía, las preguntas se basaban en una pregunta problema que decía lo siguiente: *DI: “¿La temperatura influye en los cambios de Estado? ¿Por qué?”*, algunos estudiantes respondieron a la pregunta con sus argumentos, sin embargo, faltaban algunas ideas o aportes sobre la comprensión del fenómeno. Uno de los estudiantes mencionó: *E: “Yo supongo que con lo que se dijo, pero hay un dato que no escuché que dijeran que era que la sustancia no... nunca cambiaba, era siempre la misma sustancia, agua”*. El aporte del estudiante denota claridad conceptual en cuanto a que el fenómeno que se describe en la pregunta es un cambio físico y sirve de apoyo para sus compañeros además de complementar lo mencionado anteriormente.

Además de encontrar comentarios donde los estudiantes pusieron de manifiesto el dominio del tema, también se lograron observar diferentes explicaciones durante los tres talleres ejecutados en la intervención sobre los ejes temáticos abordados durante la experiencia.

En el primer taller relacionado con la materia, sus propiedades y cambios de estado se evidenció un avance progresivo en la explicación, así se puede notar en las siguientes intervenciones:

E: La temperatura si influye en los cambios de Estado

DI: Bueno, y ¿Por qué?

EI: Porque digamos, cuando el agua se la ponen a una temperatura más caliente de lo que estaba, se evapora, se evapora y si es frío se vuelve sólido

La explicación anterior, la hace el estudiante al inicio del primer taller, la misma pregunta es realizada después de haber pasado por los diferentes momentos de la secuencia y se observa la siguiente explicación:

E: La temperatura influye en los cambios de estado porque a los cambios de estado se producen por el aumento de temperatura y el bajo también de temperatura. El aumento de temperatura puede estar de por ahí de 30 a 40 grados y en el bajo de temperatura puede estar el de menos 10 a menos 20 grados.

Aunque la explicación aún tiene posibilidades de mejora, se observan algunos elementos adicionales que el estudiante incluye, como tratar de relacionar el cambio de estado con las escalas de temperatura y su incremento.

En el segundo taller referente a las fuerzas, el trabajo y el movimiento también se nota una evolución o unos aspectos de mejora en la explicación. En un inicio se planteó la siguiente pregunta: DI: “¿Por qué algunas fuerzas que se aplican a un cuerpo u objeto no generan movimiento?”, a la cual uno de los estudiantes respondió lo siguiente: E: “Yo... es que tal vez puede no ser como compatible al cuerpo. No le haga como nada, ningún movimiento porque tal vez el cuerpo no es compatible”, más adelante el mismo estudiante sostuvo una conversación con el profesor después de realizar un experimento relacionado con el tema:

DI: Si la mara fuera más liviana o pesada, ¿afectaría su desplazamiento?

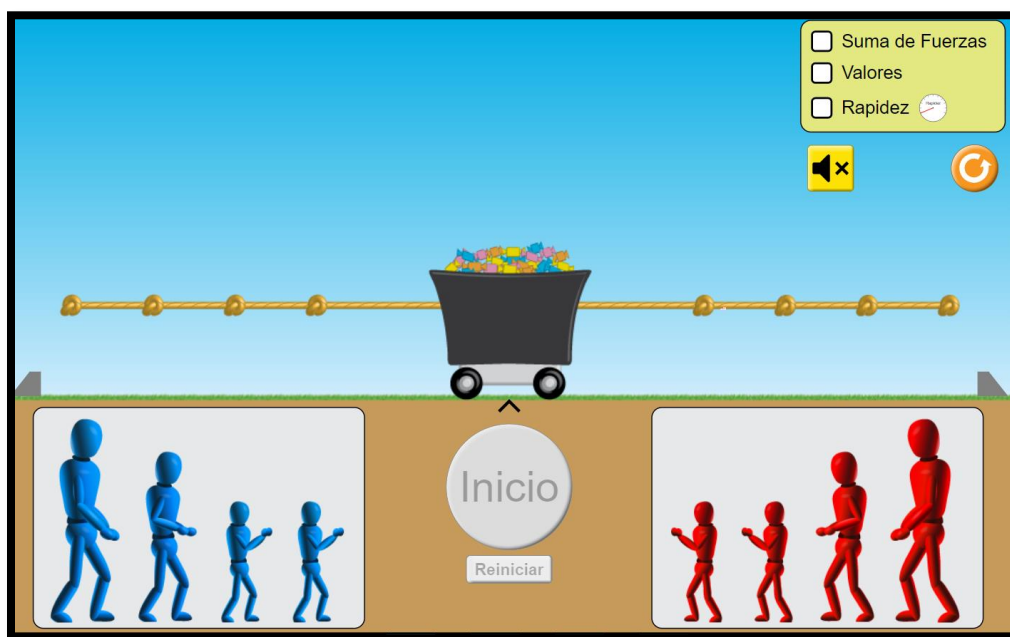
E: Si fuera más liviana pues sí. Y si fuera más grande, también porque tuviera más, más materia. Por ejemplo, esta que la que yo tengo es chiquita. Y si tuviera una más grande, por ejemplo, las grandes. Pues yo creo que se movería menos porque tiene como más masa en su fabricación.

Se observa un claro ejemplo de avance en su explicación y argumentación a la pregunta planteada, puesto que realizó una experiencia que le ayudó a mejorar la comprensión del fenómeno.

En el transcurso de proceso los estudiantes pasaron de tener un rol pasivo a uno más activo en la construcción del conocimiento, en una de las actividades de simulación los estudiantes interactuaron con una página en línea que les permitía realizar experimentos con el concepto de fuerza neta. (Observar figura 23)

Figura 22.

Actividad de simulación (Podolefsky, 2019)



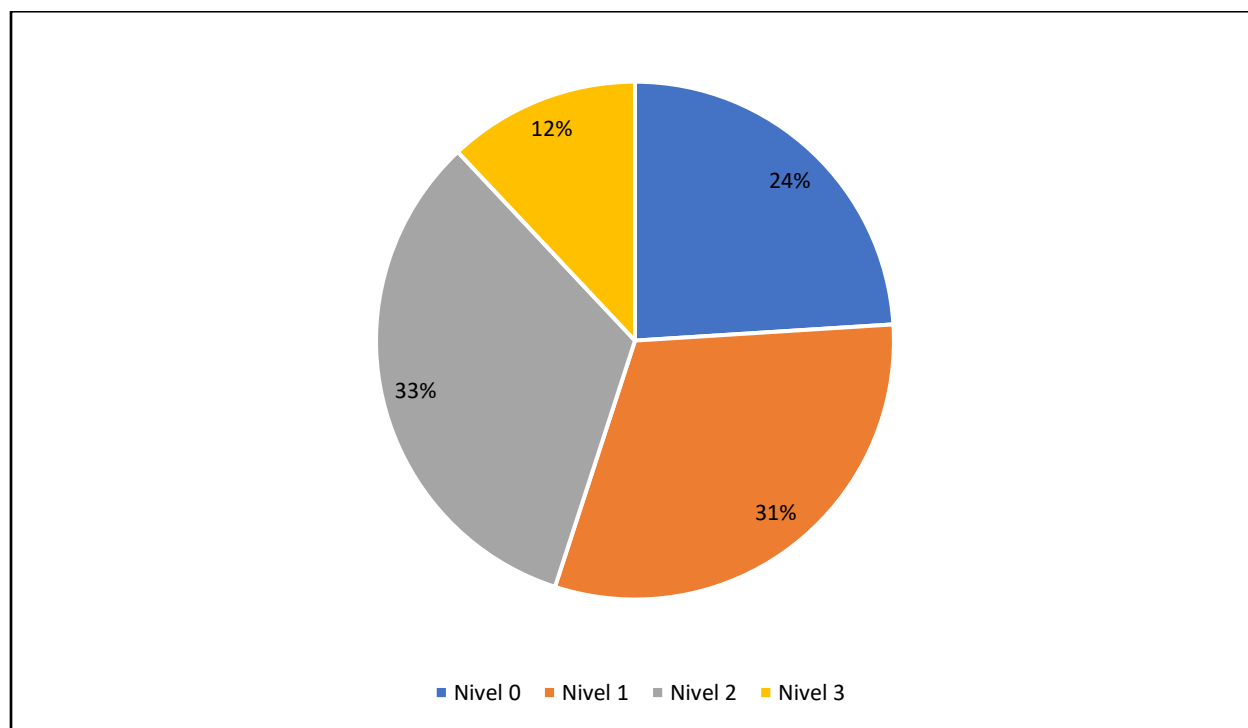
Mientras se interactuaba con el simulador, un estudiante preguntó, E: “Profesor ¿Qué pasaría si pusiera esa misma, pero en el azul, ponga dos pequeños?”, la pregunta realizada por el estudiante es hipotética e intenta variar las instrucciones dadas por profesor en un comienzo, lo que indica un grado de interés importante en el descubrimiento y exploración del saber.

4.3 Análisis de la prueba final

Con el fin de contrastar el análisis inicial y evaluar el nivel de avance que se tuvo después de la fase de acción, se realizó una prueba final relacionando los ejes temáticos abordados y manteniendo la estructura general de las preguntas saber para grado cuarto. La prueba constaba de 5 preguntas que fueron interpretadas haciendo uso de los niveles y grados de significancia para la competencia explicativa. (Cañal, 2012) (Ver tabla 1).

Figura 23.

Porcentaje de estudiantes en los niveles y grados de significancia en la prueba final



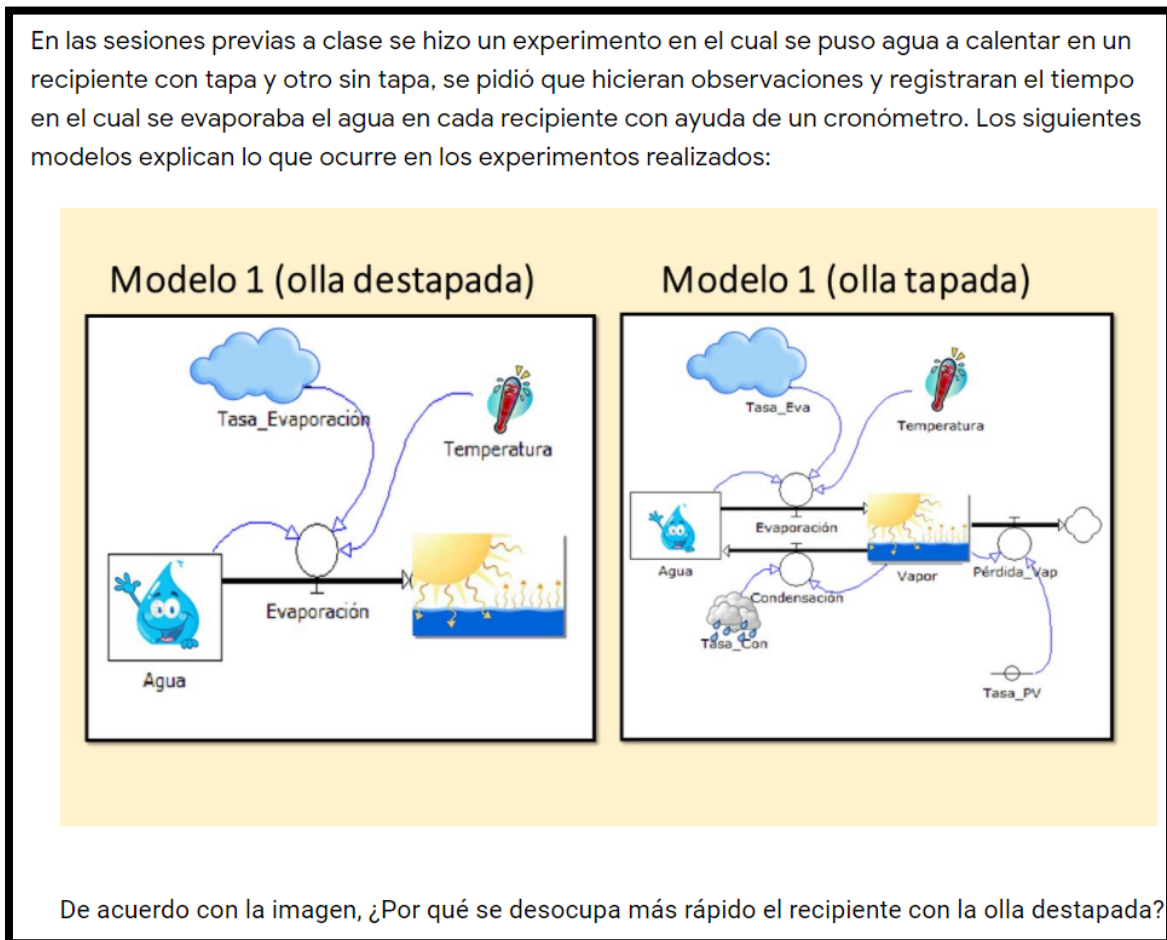
En el figura 24, se puede observar una mejora sustancial en todos los niveles y grados de significancia de la competencia explicativa con respecto a la prueba diagnóstica. El nivel 0 tiene una leve mejora pasando tener a 32% de sus estudiantes a tener un 24%, por tratarse del nivel más bajo, se redujo la cantidad de estudiantes que generalmente no entendían la pregunta o no sabían expresar sus conocimientos aprendidos para tratar de darle respuesta con su explicación al fenómeno planteado. El nivel 1 que representa a aquellos con un grado de significancia bajo en la competencia pasó de tener un 53% a un 31%, lo cual indica que este nivel ya no representa el porcentaje con más estudiantes y hubo una transición hacia los siguientes niveles.

El nivel 2, que representa un grado de significancia medio en la competencia explicativa pasó a ser el nivel con más porcentaje de estudiantes con 33% (antes este nivel tenía al 15%). En

este nivel el estudiante además de utilizar sus saberes aprendidos previamente es capaz de expresar ejemplos personales para argumentar su explicación; esto se pudo observar en la pregunta 1 de la prueba final. (Ver figura 25)

Figura 24.

Pregunta 1. Prueba final



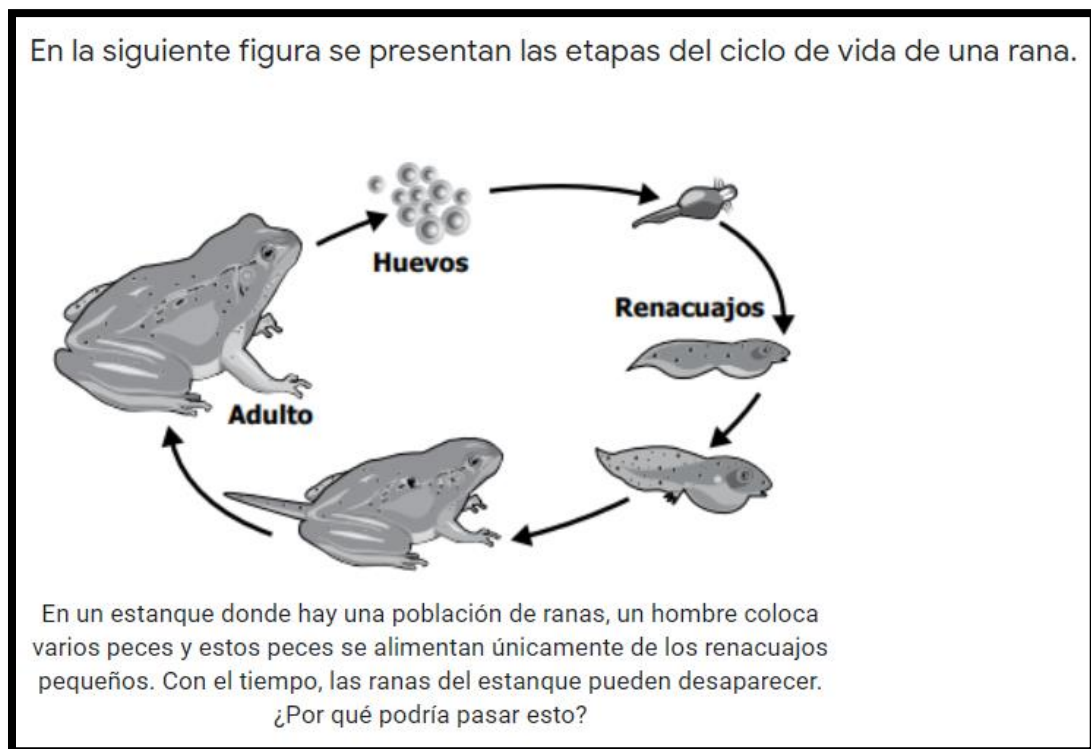
Algunas de las respuestas pertenecientes al nivel descrito anteriormente fueron: *E: “porque las partículas de vapor se esparcen más rápido ya que salen del recipiente que tiene la olla*

destapada”, E: “porque la perdida de vapor es mínima entonces el agua se demorara más en evaporar, la otra que no tiene tapa perdía más vapor entonces fue más rápido el proceso”.

Por último, en el nivel 3 que determina un grado alto de significancia de la competencia explicativa, aunque fueron escasas aquellas respuestas que alcanzaban este estándar, en la pregunta 5 (observar figura 26) se pueden apreciar las siguientes explicaciones: E: “Porque como los peces se alimentan de renacuajos no podrán crecer y colocar más huevos e irán muriendo poco a poco hasta que no queden sapos en el estanque”, E: “Por qué si se comen los renacuajos con el tiempo no quedarán más renacuajos y cuando las ranas adultas mueran la población de ranas desaparece”.

Figura 25.

Pregunta 5. Prueba final



Las explicaciones de los estudiantes, además de expresar su conocimiento personal, evidencian una interpretación del contexto de la pregunta haciendo una explicación pertinente al nivel de los estándares de competencia en ciencias naturales para grado cuarto.

5. Discusión de resultados

Este proyecto se planteó mejorar el desempeño de la competencia explicativa haciendo uso del modelado y la simulación de fenómenos naturales apoyados en los lenguajes de la DS y el MBOR. Para este fin se plantearon algunos objetivos específicos, el primero buscaba identificar las dificultades que existen en los estudiantes de cuarto grado para desarrollar la competencia explicativa, los instrumentos que permitieron empezar a detectar esas dificultades fueron la observación no participante de las clases previas del docente registradas en el diario de campo y el diagnóstico con las preguntas abiertas que permitió definir un estado inicial de los estudiantes de grado cuarto de acuerdo con los niveles y grados de significancia de competencia explicativa.

Las debilidades encontradas en la observación estaban relacionadas con el poco intercambio que se establecía entre el docente y los estudiantes, la falta de conversaciones e intervenciones o preguntas de los estudiantes. Los estudiantes como se manifestó al inicio de las sesiones se sentían algo temerosos por participar del proceso. Adicional a estas dificultades, en el proceso de análisis de la prueba diagnóstica se observó que la mayoría de los estudiantes tiene niveles de explicación bajos en los cuales existe desconocimiento del contexto de la pregunta, falta de entendimiento y dificultades para expresar o describir lo que está ocurriendo en el fenómeno.

Las dificultades más que enunciarlas y estigmatizarlas representan el estado inicial desde el cual se empieza conectar esta propuesta, por lo tanto, si los estudiantes tenían dificultades en su participación, se debían propiciar actividades y momentos que permitieran este tipo de intercambios. El enfoque pedagógico promueve un escenario de interacción, así se puede interpretar en el siguiente fragmento:

La característica más importante del aprendizaje significativo es que, produce una interacción entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones (no es una simple asociación), de tal modo que éstas adquieren un significado y son integradas a la estructura cognitiva de manera no arbitraria y sustancial, favoreciendo la diferenciación, evolución y estabilidad de los subsensores preexistentes y consecuentemente de toda la estructura cognitiva. (Ausubel, 1983)

Continuando con esta idea, el pensamiento dinámico sistémico que sustenta el lenguaje y metodología usada también promueve la construcción de conocimiento en comunicación con otros, así lo disponen Andrade y Gómez (p. 211, 2009) cuando enuncian las siguientes aptitudes y comportamientos propios del proceso de aprendizaje y de practica: “Disponibilidad para trabajar en equipo en la búsqueda de soluciones a problemas del mundo”, “Reconoce el modelo mental del otro, así este en desacuerdo”, de acuerdo con es importante generar controversia para enriquecer los aportes y promover el dialogo, situación que se logró observar en sesiones de clase trabajadas.

El segundo objetivo específico estuvo enfocado en caracterizar las formas en que el pensamiento dinámico sistémico aporta al desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales. Es pertinente aclarar que el proceso de enseñanza aprendizaje involucra dos actores y a su vez categorías de análisis que fueron productos del análisis categorial realizado a las grabaciones de las sesiones de clase.

La primera categoría central que emergió de este análisis fue la mediación pedagógica del docente en las clases integradas con dinámica de sistemas entendida como el rol que cumple el profesor en la intervención pedagógica, caracterizado como un docente guía u orientador del proceso metodológico, pero a su vez crítico de la praxis, que ejecuta acciones que promuevan la construcción del conocimiento científico. Ello se relaciona con lo mencionado por Andrade y Gómez en los aportes para el profesor y la escuela del pensamiento dinámico sistémico: “Diseñará actividades que le permitirán a los estudiantes construir sus propios conocimientos. Comprenderá que el profesor es un guía, las actividades escolares estarán centradas en el aprendiz y orientadas en beneficio del aprendizaje de estudiantes y profesores” (p. 212, 2009).

En la mediación del profesor la dinámica de los fenómenos fue cambiante, por lo que los modelos y actividades no podían estar terminadas, porque la misma curiosidad y planteamientos de los estudiantes modificaban sus hallazgos, esto a su vez significa que “los profesores como los *estudiantes siempre estarán aprendiendo de los problemas, los fenómenos y las disciplinas e igualmente siempre estarán aprendiendo a aprender y aprendiendo DS*” (Andrade y Gómez, 2009, p. 213).

Otra categoría central que está involucrada con el proceso de enseñanza aprendizaje y los aportes del pensamiento dinámico sistémico es la interacción del estudiante en el proceso de aprendizaje, el estudiante dejó de cumplir un rol pasivo en proceso pasando a contribuir con explicaciones, opiniones, ideas, propuestas, preguntas (entre compañeros y al profesor) fijando una postura y asumiendo un rol significativo en el proceso. Así se pone de manifiesto en la siguiente expresión:

E: Por ejemplo, algo está en movimiento y por ejemplo lo que le pasó, que el carro estaba en movimiento y frenó porque el conductor frenó y eso como que hizo parar el carro y el

bus hizo una fuerza y hizo una fuerza para que se pudieran ir para adelante, porque si no hubiera la fuerza no se pudieran caer ni nada

Dentro de su explicación el estudiante soporta su argumento con un ejemplo, hace aproximaciones al fenómeno e intenta plantear hipótesis, su expresión representa el pensamiento científico en donde el estudiante comprende que todos los modelos contemplan y operan con hipótesis que son construidas, probadas y refinadas rigurosamente. (Andrade y Gómez, 2009, p. 211)

La pregunta siempre estará relacionada con la promoción del conocimiento, si hay una pregunta es posible que haya un interés o curiosidad por aprender algo nuevo, sin embargo, las preguntas por parte de los estudiantes no eran comunes en las clases, las actividades con dinámica de sistemas y su orientación pedagógica permitieron que se brindaran espacios para la reflexión y afloraron algunas como: “Profe en ocasiones de que el vapor no haya salido de la olla, ¿ha estallado?”, esta pregunta es valiosa porque el estudiante basado en un modelo predice una circunstancia que no se enuncia en el modelo y que puede ser un riesgo para las personas que operen en una situación de este tipo, hace referencia al pensamiento en términos de causalidad en donde “*comprende la idea de influencia para contemplar tanto lo que se puede definir como causa, así como las condiciones necesarias para que se dé cierta dinámica de comportamiento del fenómeno*” (Andrade y Gómez, 2009, p. 211).

Una habilidad que se hizo manifiesta fue el pensamiento dinámico en donde el estudiante “*identifica patrones de comportamiento y observa patrones de cambio en el tiempo, más que eventos aislados* (Andrade y Gómez, 2009, p. 210)”, en la interacción con los modelos algunos de los siguientes diálogos representan este pensamiento:

DI: Pero cuando el agua llegue a 100 grados, fíjense qué pasa con el agua.

E1: Empieza a bajar y el vapor comienza a... y el vapor comienza a subir.

E2: Claro, el vapor empieza a crecer también, porque como el agua está disminuyendo El vapor está aumentando

Los estudiantes entienden que los estados se comportan de manera inversa y comprenden esta relación que hace que mientras uno aumenta el otro disminuya o viceversa.

El tercer objetivo fue proponer actividades que basadas en el modelado y la simulación con dinámica de sistemas aportaran al desarrollo de la competencia explicativa, este objetivo coincide con la segunda categoría de análisis y sustenta el modelo y secuencia de aprendizaje diseñada en las clases con dinámica de sistemas. Los momentos responden a un enfoque pedagógico y metodológico abordado que en primera instancia pretende conocer el estado inicial de los saberes, para ello se hizo uso de las actividades de exploración que constituyen acciones didácticas que se presentan de forma llamativa en las cuales “los contenidos son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe” (Ausubel, 1983 p. 18). Estas actividades se encargan de promover la participación y hacer un reconocimiento superficial de la temática.

El segundo momento denominado construcción teórica cumplió un papel fundamental dentro de las sesiones porque fue un espacio de consulta, producción, obteniendo aprendizajes, mejorando el lenguaje científico haciendo uso de las fuentes información. Este espacio busca ampliar las posibilidades de comprensión y respuesta, pero debe ser alimentado con ejercicios simples de conceptualización, organizando información y haciendo lecturas reflexivas.

No obstante, estas actividades pueden no ser suficientes, así lo exponen Andrade y Navas (2002) “No siempre la interacción con el fenómeno y con las fuentes de información es suficiente para respondernos la pregunta de investigación con un nivel de comprensión y aprendizaje

profundo”, por ello se complementaron con otras actividades adicionales como el modelado y la simulación y la experimentación.

Las actividades de modelado y simulación tuvieron una inclinación por un enfoque estructural en donde como lo afirma Gómez y Andrade “*el usuario consciente del modelo experimenta con conocimiento del modelo desarrolla simulaciones tipo caja transparente que le permiten una experiencia de aprendizaje guiada por el conocimiento que la explica*” (2009, p. 219). En estos modelos los estudiantes respondieron al por qué, en términos de la explicación científica, sus comentarios reflejaron apropiación del fenómeno enunciando elementos y contrastando ideas con las variables, denotando una comprensión más profunda, planteando nuevos interrogantes y buscando otras posibles explicaciones o comparándolas con sus compañeros.

En las simulaciones los estudiantes pudieron plantearse sus propios problemas bajo sus intereses particulares y haciendo uso del pensamiento hipotético, modificando algunas de las variables y contestándose la pregunta ¿Qué pasaría sí?, la explicación científica en este sentido cobra valor porque el estudiante es capaz de plantearse diferentes escenarios reconociendo que el conocimiento es útil y lo puede usar para explicar los fenómenos que le ocurren. También es preciso considerar que en uno de los talleres se hizo uso de un simulador guiado por una interfaz (animadores) de tipo caja negra en la cual los estudiantes recrearon una experiencia directa. Aunque este tipo de simuladores no promueven una construcción de un modelo que integra los elementos que componen al fenómeno, también ayudaron en la experimentación y la ampliación de recursos con otro tipo de apariencia que contribuyen a la motivación y otros aspectos importantes.

Finalmente, los momentos de experimentación son indispensables en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias de la naturaleza, las practicas promueven un conocimiento empírico que no puede ser desarrollado de otra forma, además de que constituyen un elemento adicional para soportar sus explicaciones, cuando los educandos expresaban sus conclusiones acerca de los experimentos, además de complementar su discurso les permitían adquirir rigor y complementar su comprensión. Las competencias científicas se desarrollan en conjunto, esta propuesta centra su atención en la competencia explicativa, pero es inoportuno alejarla de las demás, porque en la medida en que se mejora la explicación se ha venido teniendo un uso comprensivo del conocimiento y a su vez contribuyendo a la indagación e investigación de los estudiantes.

La prueba final permite evaluar que hubo una progresión representativa en todos los niveles y grados de significancia de la competencia explicativa, sin embargo, se hace evidente que, aunque este análisis general da visto positivo, quedan innumerables aspectos de mejora puesto las explicaciones científicas y sus habilidades siempre tendrán posibilidades de mejora, las explicaciones, así como la ciencia son cambiantes y admiten evolución.

6. Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas a partir de todo el proceso investigativo conforme a la propuesta para el mejoramiento de la competencia explicativa propia del área de ciencias naturales en grado cuarto, dichas conclusiones son producto de la aplicación

de la propuesta y giran en torno a los resultados obtenidos de acuerdo con las estrategias y actividades desarrolladas.

La encuesta diagnóstica y los registros de observación no participante analizados muestran que los estudiantes de grado cuarto manifestaron un estado inicial de la competencia explicativa en niveles y grados de significancia muy bajos, teniendo dificultades para expresar sus respuestas y sustentación a cada pregunta, por causas como: desconocimiento, falta de comprensión de la pregunta, poca descripción; manifestación cultural de una baja interacción en los procesos de enseñanza aprendizaje, de pocas preguntas y ausencia de reflexión.

Las actividades propuestas en las clases integradas con dinámica de sistemas tuvieron un impacto favorable y establecieron una secuencia lógica de evolución de los aprendizajes promoviendo la construcción de conocimiento, puesto que se logró que los estudiantes tuvieran una participación más activa en las sesiones con intervenciones más productivas.

Las actividades de exploración que hicieron parte de la intervención potencian el reconocimiento de presaberes por parte de los estudiantes, promueven la motivación y establecen un vínculo con el fenómeno que se pretende abordar en el transcurso de las clases. Las fuentes de información enmarcadas dentro de un proceso de construcción teórica favorecen su mejor uso, dotan de significado los datos o conceptos brindando elementos puntuales que ayudan a la comprensión de la pregunta problema.

El modelado y la simulación con dinámica de sistemas promovió la apropiación de los fenómenos estudiados desarrollando habilidades que identifican a diferentes tipos de pensamiento, entre los cuales se enuncian; el pensamiento científico (modelado que sustenta la explicación del fenómeno), el pensamiento dinámico (significado de las gráficas), el pensamiento en términos de

causalidad (causas profundas, efectos en el espacio-tiempo), ayudando a que los estudiantes tuviesen una visión más global de las problemáticas y dotando de significado sus aprendizajes.

Los simuladores de caja negra (animaciones), promovieron un escenario de práctica virtual, en la cual ante la emergencia sanitaria se pudieron observar algunas explicaciones sencillas de algunos conceptos que sirvieron como complemento al proceso.

La experimentación y el conocimiento empírico fueron indispensables para complementar los saberes, brindándole un campo de acción al fenómeno de estudio, haciendo uso del método científico en la construcción de explicaciones, que adicionalmente se soportaban en la experiencia.

La concepción del rol del profesor en el pensamiento dinámico sistémico asume a un docente comprometido con la mediación y la transformación del quehacer pedagógico, lo cual influye positivamente en el proceso de enseñanza aprendizaje porque además de cumplir el papel de guía y orientador es un aprendiz más de una dinámica cambiante.

Los estudiantes pasaron de tener una actitud pasiva en las sesiones, a participar, interactuar, preguntar, sustentar y debatir con aportes diversos. Tales acciones condujeron a definir un rol dinámico y activo en la construcción del conocimiento, aporte que fue producto de una nueva metodología y dinámica de pensamiento.

El enfoque pedagógico de la propuesta promueve un tipo de aprendizaje por descubrimiento, en el cual el estudiante construye y no solo recita un saber memorizado. El proceso dota de significado los conceptos, propicia un ambiente en el cual los estudiantes contextualiza sus saberes.

Las competencias en ciencias naturales se desarrollan simultáneamente con esta propuesta formativa; en las explicaciones finales de los estudiantes se puede observar el uso comprensivo del conocimiento y algunas habilidades que pertenecen a la indagación.

En esta investigación se observó que la DS y el MBOR son lenguajes de representación y construcción de conocimiento, que facilitan los propósitos del proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales y las competencias científicas, al utilizar la informática para integrar sus componentes y fortalecer los procesos.

La metodología de la investigación acción permitió realizar ajustes durante la implementación de la propuesta, modificando estrategias y procesos de acuerdo con los tiempos de intervención y el cronograma de la institución en donde se desarrolló la experiencia.

La prueba final reflejo una mejora importante en la competencia explicativa, observándose una transición positiva de los estudiantes hacia niveles y grados de significancia de la competencia medio y alto, aunque siguen teniendo posibilidades de mejora, lo cual avala la intervención pedagógica y metodológica realizada.

La metodología de investigación acción facilitó el proceso de construcción, aplicación y evaluación de la propuesta “El modelado y la simulación como precursores de la noción de explicación”, identificando aportes y señalando las posibilidades de mejoramiento en la medida que se continúe con otros ciclos de investigación acción, por el autor de la presente propuesta y por los que la asuman en su práctica docente.

7. Sugerencias propias

El autor de este primer ciclo de investigación acción consciente de sus aprendizajes asume para su continuidad la propuesta en su conjunto y en particular las siguientes sugerencias:

El trabajo de investigación permitió lograr avances en la dinámica de pensamiento de estudiantes y del profesor guía, sin embargo, quedan pendientes algunas aspiraciones e iniciativas de cambio en perspectiva de institucionalizar procesos metodológicos en instituciones con el ánimo de tener un mejor impacto social.

La experiencia llevada a cabo en la propuesta propone que durante un segundo ciclo de intervención se pueda continuar con una metodología de apropiación que permita promover usuarios que además de ser conscientes del modelo, propongan, lean, demanden, simulen con conocimiento de los modelos estableciendo relación con los fenómenos que recrean con dinámica de sistemas.

Las metodologías implementadas pueden ser favorecidas si se integran con proyectos transversales que favorezcan su implementación en las distintas áreas del conocimiento, empezando a ver la educación como un todo y no de manera fragmentada.

Como objetivo a largo plazo se planea ejecutar una propuesta nutrida con los lenguajes computacionales del pensamiento dinámico sistema, diseñando una propuesta que integre a todos la comunidad educativa y tratando de favorecer el desarrollo de conocimiento a partir de experiencias o problemáticas concretas de la población.

8. Recomendaciones

Para investigadores o docentes interesados en replicar esta propuesta educativa es propicio que considere los siguientes aspectos:

- El docente desarrolle el ciclo de investigación acción con un conjunto de actividades limitadas, que le permitan realizar el ciclo completo, apreciando los logros y las necesidades de mejoramiento en su práctica docente.
- Esta propuesta puede tener resultados más eficientes si la intervención del docente se realiza con un grupo de estudiantes que este bajo su responsabilidad en la institución, pues esto puede conducir a lograr resultados a mediano y largo plazo que transformen su práctica educativa.
- La dinámica de sistemas contempla la utilización de diagramas de flujo nivel que pueden ser algo complejos para los estudiantes de básica primaria, por tanto, se recomienda amenizar sus presentaciones con algunos elementos didácticos que sean llamativos para los estudiantes.
- Se recomienda para aplicación de esta propuesta que los docentes tengan una introducción básica a la dinámica de sistemas, teniendo en cuenta los planteamientos de la tecnología informática en la escuela (Andrade y Gómez, 2009) (Juegos entrada y salida, cargueros) y el modelado y simulación en la escuela. (Andrade Sosa, López, Maestre, & López, 2014)
- Las actividades de experimentación en la modalidad remota pueden tener un apoyo de medios audiovisuales que permitan superar las limitaciones instruccionales, como es el caso de videos tutoriales o que se desarrollen durante las mismas sesiones sincrónicas.
- Es importante considerar que el docente tiene un rol de mediación importante, debe estar abierto al cambio y a aprender de una perspectiva de pensamiento muy amplia que lo involucra constantemente en la construcción de conocimiento para sí mismo y para sus estudiantes.
- Finalmente, esta propuesta se construye a partir de una teoría de aprendizaje constructivista, debido a esto, es fundamental realizar un diagnóstico detallado que más que

identificar debilidades o dificultades promueva una orientación pedagógica acorde a las necesidades formación de la población objeto de estudio.

Referencias Bibliográficas

- Andrade, H. H., Navas, X., Maestre, G., & López, G. (2014). *El modelado y la simulación en la escuela—De preescolar a undécimo grado construyendo explicaciones científicas*. Bucaramanga, Colombia: Ediciones Universidad Industrial de Santander.
- Andrade, H., Dyner, I., Espinosa, A., López, H., & Sotaquirá, R. (2001). *Pensamiento sistémico: diversidad en búsqueda de unidad*. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Andrade, S. H. y Gómez, L. (2009). *Tecnología Informática en la Escuela*. Cuarta Edición. Ediciones UIS. Bucaramanga, Colombia.
- Andrade, S. H., & Góngora, G. P. M. (2009). “Una experiencia escolar con modelado y simulación para la comprensión de un fenómeno: el caso de la influenza A (H1N1)”. *Nodos y Nudos*, 3(27), 91-104.
- Blanco-Anaya, P., & de Bustamante, J. D. (2017). “Análisis del nivel de desempeño para la explicación de fenómenos de forma científica en una actividad de modelización”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 505-520. Consultado en: <http://www2.icfesinteractivo.gov.co/ReportesSaber359/consultaReporteSedeJornada.jsp>
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la Escuela*, (78), 5-17.
- Colombia, Ministerio de educación nacional. (1994, 8 febrero). Ley 115 de Febrero 8 de 1994. www.mineduacion.gov.co. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Colombia, Ministerio de educación nacional. (1998, 7 junio). Lineamientos curriculares en ciencias naturales. www.mineduacion.gov.co. https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-89869_archivo_pdf5.pdf

Colombia, Ministerio de educación nacional. (2004, julio). Estándares básicos de competencia en ciencias naturales y ciencias sociales. [mineducacion.gov.co. https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf)

Colombia, Ministerio de educación nacional. (2016). Plan nacional decenal de educación 2016-2026. [www.plandecenal.edu.co. http://www.plandecenal.edu.co/cms/media/herramientas/PNDE%20FINAL_ISBN%20web.pdf](http://www.plandecenal.edu.co/cms/media/herramientas/PNDE%20FINAL_ISBN%20web.pdf)

Colombia, Ministerio de educación nacional. (2016a). Derechos básicos de aprendizaje de las ciencias naturales. [www.colombiaaprende.edu.co. https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf](https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf)

Colombia, Ministerio de educación nacional. (2016c, junio 24). Mallas de aprendizaje, ciencias naturales y educación ambiental. [www.colombiaaprende.edu.co. http://aprende.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/NATURALES-GRADO-4_.pdf](http://aprende.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/NATURALES-GRADO-4_.pdf)

Feo, R. (2010). Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas.

Forrester, J. (1992). *La Dinámica de Sistemas y el Aprendizaje del Alumno en la educación escolar*. Proyecto Educativo Dinámica de Sistemas. Grupo de Dinámica de Sistemas Escuela de Administración Massachusetts Institute of Technology.

Gómez, B. R. (2003). “Aportes de la investigación-acción educativa a la hipótesis del maestro investigador: evidencias y obstáculos”. *Educación y Educadores*, 6, 91-104. Sánchez, A. C., &

Gómez, R. R. (2013). “Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas”. *Amazonia investiga*, 2(3), 30-53.

Hernández Sampieri, R. (2010). *Metodología de la investigación*. Quinta edición.

Guerrero Martínez, K. L. (2016). Informe Nacional Saber 3°, 5° y 9° Resultados nacionales 2009-2014. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación – ICFES

ICFES (2016). Distribución de estudiantes según los niveles de desempeño del establecimiento educativo. Consultado en:
<http://www2.icfesinteractivo.gov.co/ReportesSaber359/consultaReporteSedeJornada.aspx>

ICFES (2007). Fundamentación Conceptual Área de Ciencias Naturales. Consultado en:
http://paidagogos.co/pdf/fundamentacion_ciencias.pdf

K – 12 Marco de las Ciencias de la Computación. (2016). Recuperado de <http://www.k12cs.org>.

Latorre, A. (2003). Investigación acción. Graó.

Lobo, L. M. E., Góngora, G. P. M., & Sosa, H. H. A (2011). Mediateca De Modelado Y Simulación Con Dinámica De Sistemas Como Herramienta De Apoyo De Las Prácticas Docentes En Las Escuelas.

Maturana Romesín, H. (2002). *Formación Humana y Capacitación* (4.a ed.). Dolmen Ediciones S. A.

Maturana, H. (1998). *La ciencia y la vida cotidiana: la ontología de las explicaciones científicas. El ojo del observado.*

McKernan, J. (1999). Investigación-acción y currículum: métodos y recursos para profesionales reflexivos. Ediciones Morata.

PhET. (2021). Simulaciones Interactivas. Recuperado 8 de febrero de 2021, de <https://phet.colorado.edu/es/>

Podolefsky, N. (2019, 28 octubre). Fuerzas y Movimiento: Intro. PhET. <https://phet.colorado.edu/es/simulation/forces-and-motion-basics>

SIMON. (2017). Grupo SIMON de investigaciones en modelamiento y simulación. Recuperado de <http://simon.uis.edu.co/simon/historia/>

Sosa, H. H. A., & Garnica, X. M. N. (2002). Ingeniería de sistemas-realidad virtual y aprendizaje. Revista UIS Ingenierías, 1(1), 3-9.

Apéndices

Apéndice A. Diario de campo (Observación no participante)

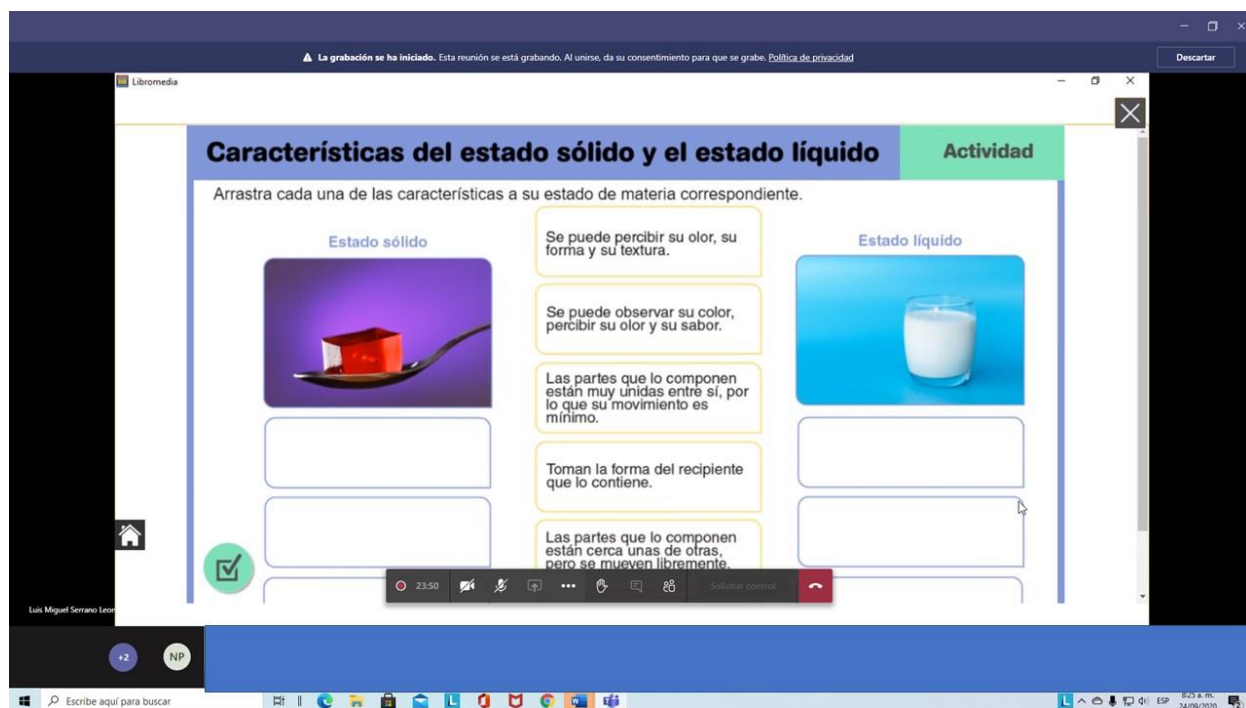
Observación 1:

El profesor, inicia saludando a los estudiantes que se van uniendo a la clase, mientras se van conectando los invita a contar algunos chistes para entrar en confianza y se nota que los estudiantes tienen bastante empatía con el docente. En primera instancia, los invita a hacer una corta oración y uno de los estudiantes toma la voz y la dirige.

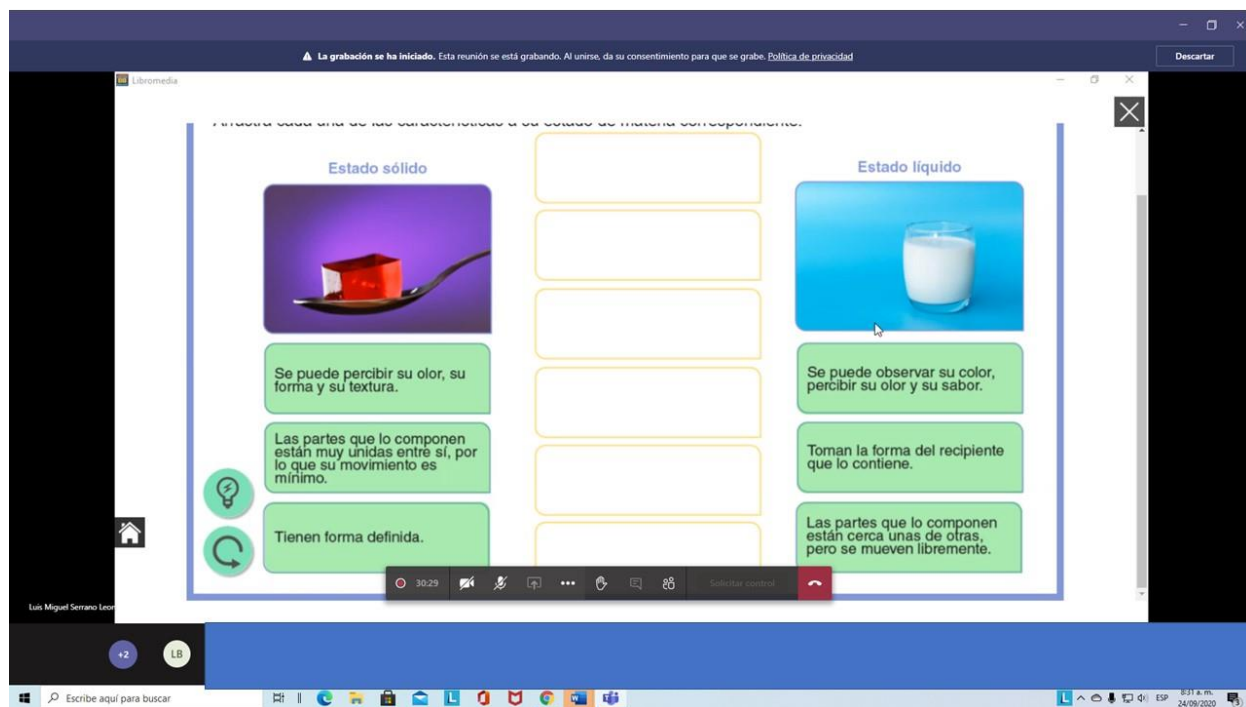
El profesor inicia haciendo un recorrido por la temática de Materia, las características principales, su composición, los estados de la materia. Después inicia haciendo preguntas de los objetos que tienen los estudiantes, un cuaderno; el estudiante indica que tiene una forma rectangular, indica su color, después participa otro estudiante describiendo unas gafas, el describe algunas de sus propiedades, como el color, su estado y algunas condiciones de dureza.

El profesor inicia con una presentación de una imagen que muestra un paisaje en el cual el agua se encuentra en los tres estados de la materia, inicia dando algunas características que tienen los sólidos, como se encuentran sus partículas y definiendo lo relacionado con las preguntas que hizo en un comienzo. Después les habla acerca del estado líquido, en este sentido les hace preguntas de acuerdo con una botella de agua que tienen en sus manos, le preguntas que pasaría si la cambiamos de recipiente, uno de los estudiantes participa diciendo que tomaría de forma del

otro recipiente, eso le ayuda al profesor Luis para explicar que las partículas en los líquidos se encuentran más separadas y eso les ayuda a adaptarse a los recipientes y volúmenes.



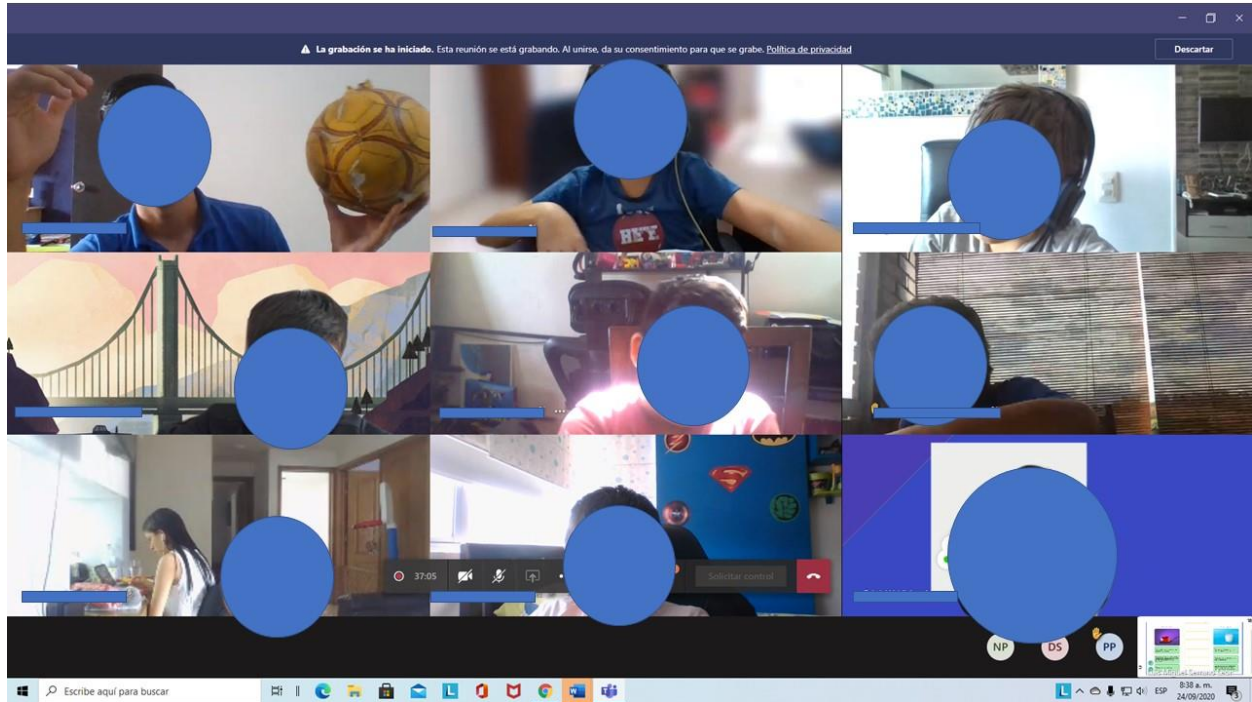
Después los invita a iniciar con un corto ejercicio de las características principales de los líquidos y los sólidos, cada uno de las opciones se las asigna a un estudiante diferente, las mayoría de los estudiantes participa acertadamente, sin embargo desde el inicio de la clase se observa cierta timidez por parte de los estudiantes en la participación.



Finalizada la actividad los invita a consignar algunas de las características en sus cuadernos, para ello les da 5 minutos. El estudiante Pedro Pablo, le causa curiosidad que yo me encuentre conectado a la clase y hace preguntas al profesor Luis, si estaré todo el tiempo o únicamente durante las clases de ciencias, también se cuestiona si seré su remplazo.

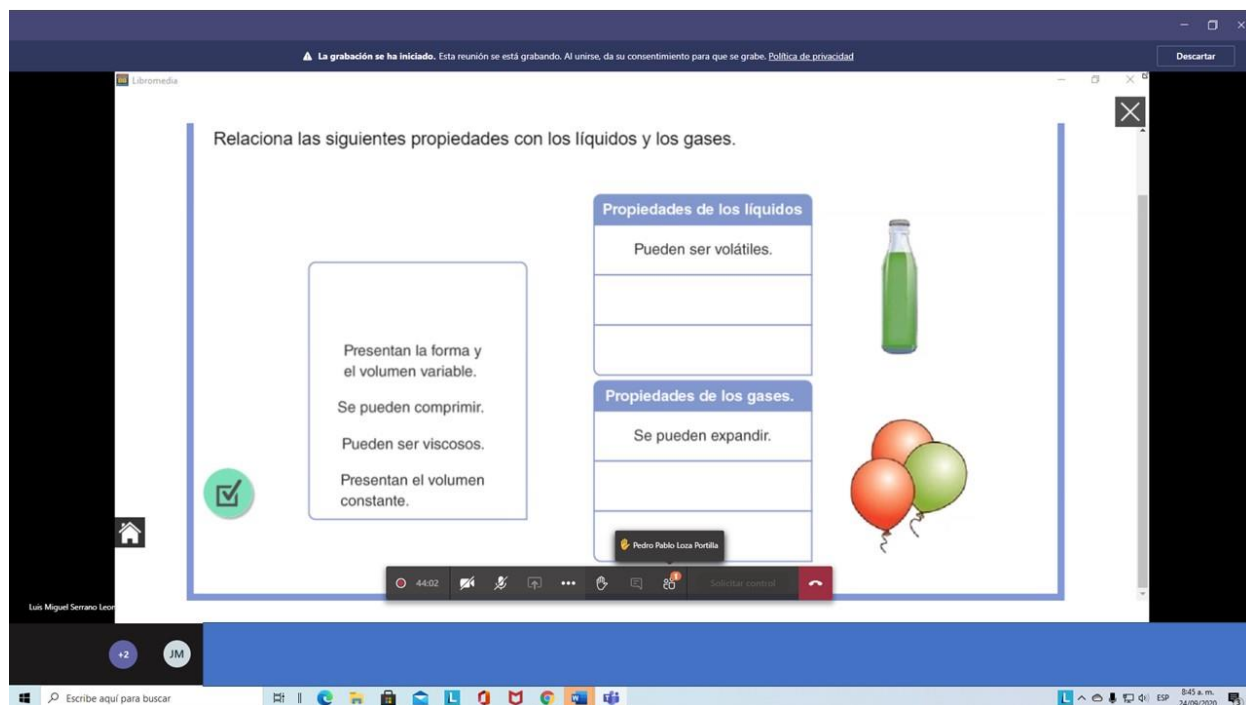
El profesor les muestra un balón por medio de su cámara a los estudiantes y les describe sus características, en primera instancia les habla de su cubierta, haciendo énfasis en su textura, después le habla acerca de su interior y lo que le da la forma al objeto. Los estudiantes participan mencionando al aire y ello le permite iniciar con las características de estado gaseoso, su capacidad de ocupar el espacio disponible en donde se encuentra.

Posteriormente les habla del estado plasma de forma más teórica, mostrándoles imágenes sobre las estrellas y el sol, también les orienta con ejemplos acerca de los rayos y el fenómeno de la aurora boreal que es explicado desde la temperatura y efervescencia que alcanzan algunos gases.



El profesor Luis les asigna un segundo ejercicio en el cual distribuye características a cada estudiante relacionados con el estado gas y plasma. Daniel, se equivoca con una de las características relacionada con la capacidad para ocupar el espacio disponible,

El profesor les recuerda los materiales que deben tener para la siguiente clase. Y finaliza recordándole algunos estudiantes sus actividades pendientes anteriores.



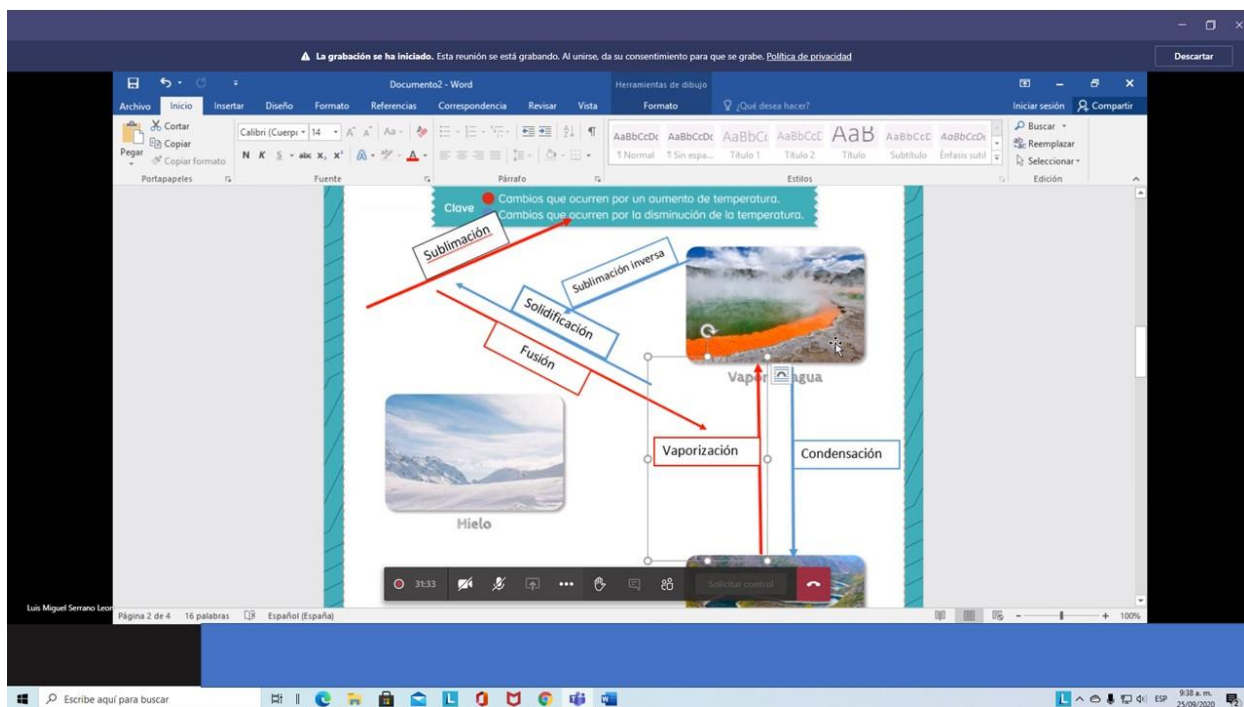
Observación 2:

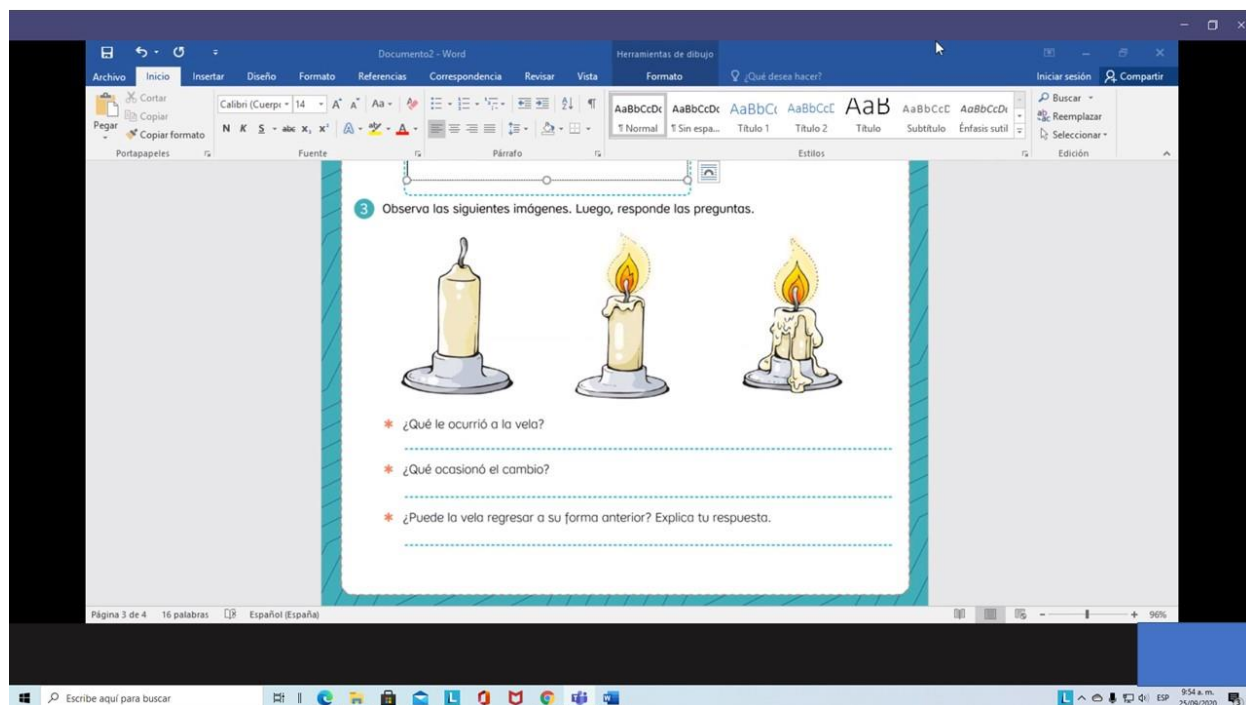
El profesor inicia con la clase, recordando algunos de los conceptos de los estados de la materia de la clase anterior, los estudiantes debían traer para esta oportunidad una vela, un encendedor o cerillos y cartón.

Comienzan describiendo los materiales que van a usar y la vela junto con el material del cual está conformada, los estudiantes mencionan las características del estado sólido en el cual sus partículas se encuentran juntas y les impide su movilidad.

Inician con la experiencia encendiendo la vela y observando lo que ocurre, el profesor hace preguntas como: ¿Qué está ocurriendo? ¿Qué hace que el material de la vela se derrita? ¿por qué ocurre esto?, varios estudiantes toman voz y expresan comentarios como: “La vela se derrite”, “está cambiando a estado líquido”, “ocurre por el calor”, “la temperatura hace que cambie”, “el fuego quema la vela”, “la mayoría de los objetos cambian cuando se les aplica calor”. Uno de los

estudiantes hace una intervención que causa bastante impresión le indica al profesor que no todos los materiales cambian de estado al aplicarles calor y pone el ejemplo del cartón, menciona que al encenderlo o quemarlo no hay un cambio de estado. El profesor aprovecha la intervención para hablarles acerca de los cambios químicos que es cuando la naturaleza de la sustancia sufre un cambio.





Observación 3:

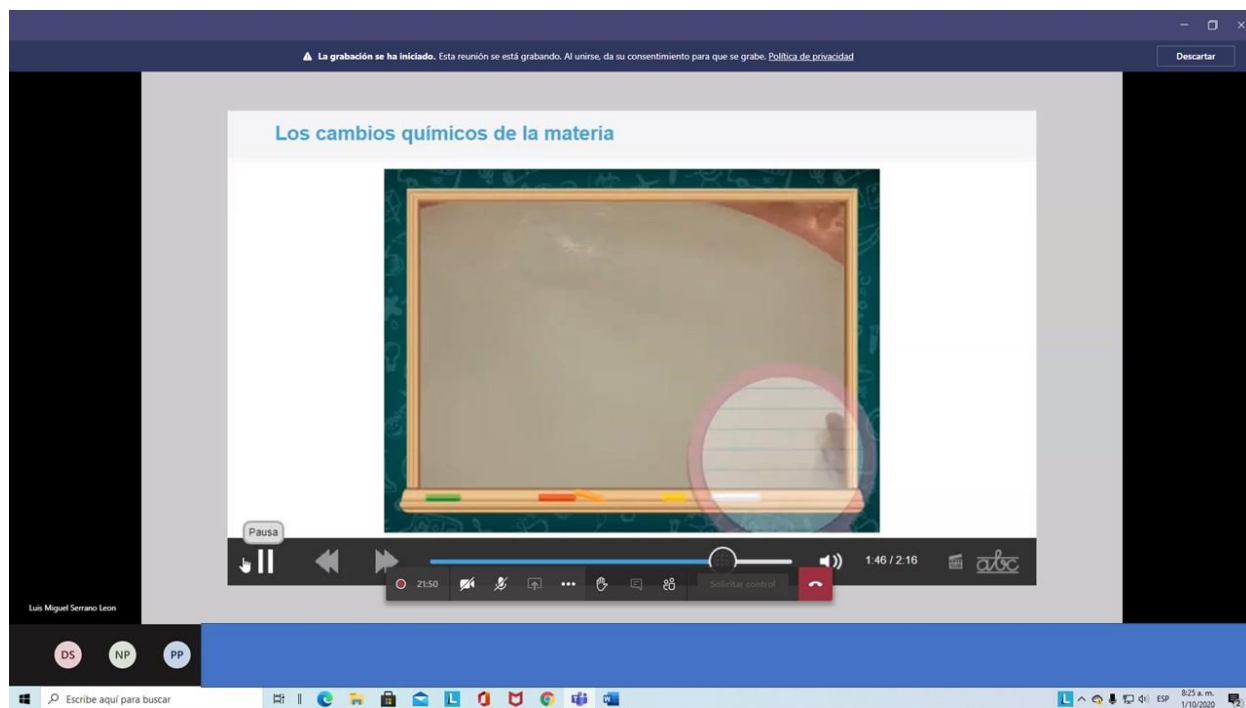
El profesor inicia hablándole a los estudiantes de los cambios de estado vistos en la oportunidad anterior, les habla acerca de la diferencia entre cambios físicos y cambios químicos. Les aclara que no solamente los cambios de estado son físicos sino también existen otros, para ello les cita un ejemplo con uno de los estudiantes relacionado con lo que pasaría si un balón golpea a un vidrio. Entonces, al interactuar con los estudiantes llegan a la conclusión de que se rompería y llegan al concepto de la fragmentación.

Después les da un ejemplo de lo que podría pasar si dejamos una manzana a la intemperie, y olvidamos terminarla de comerle, los niños mencionaron el color que resulta después de dejarla propensa; el profesor alude que este cambio es un cambio químico. El profesor complementa con un ejemplo de una bicicleta que también se deja expuesta al sol, el aire y el agua. Los estudiantes mencionan que se trata de un proceso de oxidación.

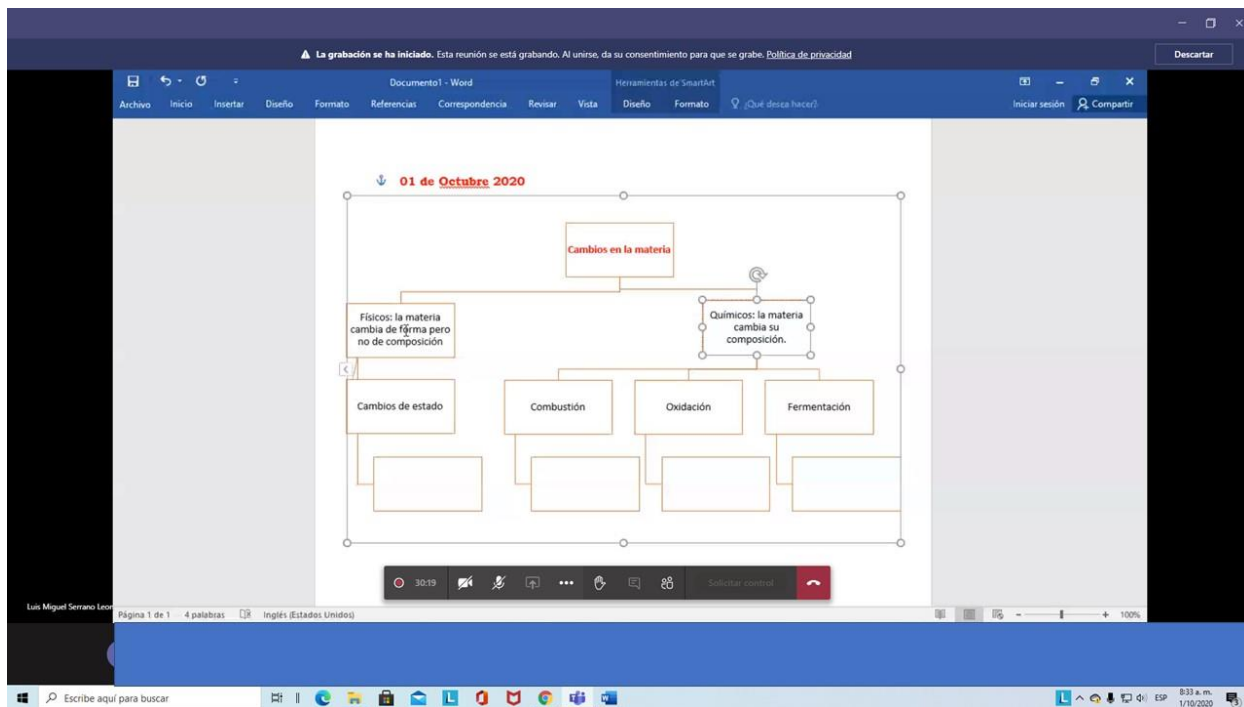
El profesor Luis les pone un ejemplo citando otro estudiante, suponiendo que este iba a acampar con su familia y hacían una fogata, el profesor pregunta que materiales serán necesarios para hacera, ante esto algunos estudiantes mencionan la madera y la chispa. Después se indaga por el resultado final de la fogata y se pregunta a los estudiantes si este material final se asemeja al del comienzo, a lo cual los estudiantes mencionan que la madera se convirtió en cenizas (combustión).

Finalmente, el profesor les habla acerca de algunos procesos químicos como la fermentación que le ocurre al vino, el yogurt, la cerveza, entre otras. Este proceso es ocasionado por las bacterias u hongos y dichos microorganismos son utilizados actualmente en la industria.

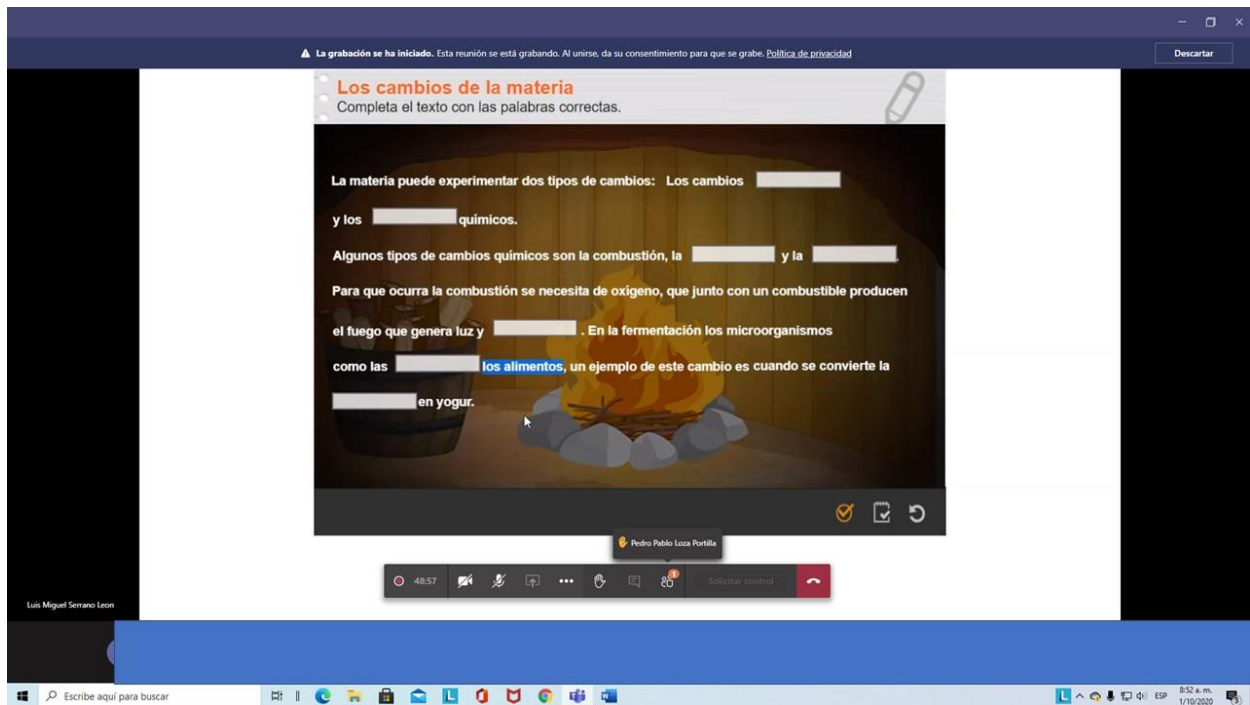
El profesor les presenta un video sobre cambios químicos de la materia en el cual se resume la información que había sido conversada y presentada por el docente.



El profesor les presenta un mapa conceptual que procede a llenar en compañía de todos con sus participaciones y los invita a plasmarlo en el cuaderno. Este proceso le ayuda para afianzar y le permite verificar y hablar acerca de aspectos que no se habían mencionado anteriormente.

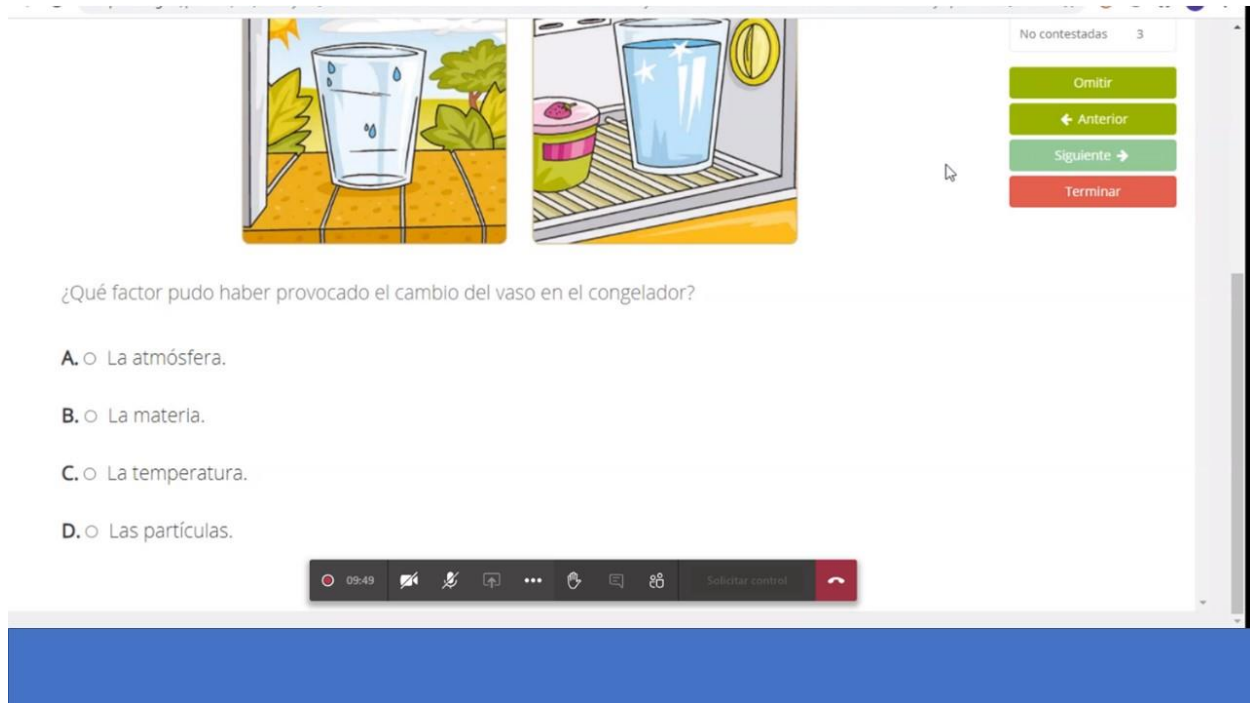


La actividad final consiste en completar un párrafo con la ayuda de las palabras y términos vistos en el mapa conceptual.



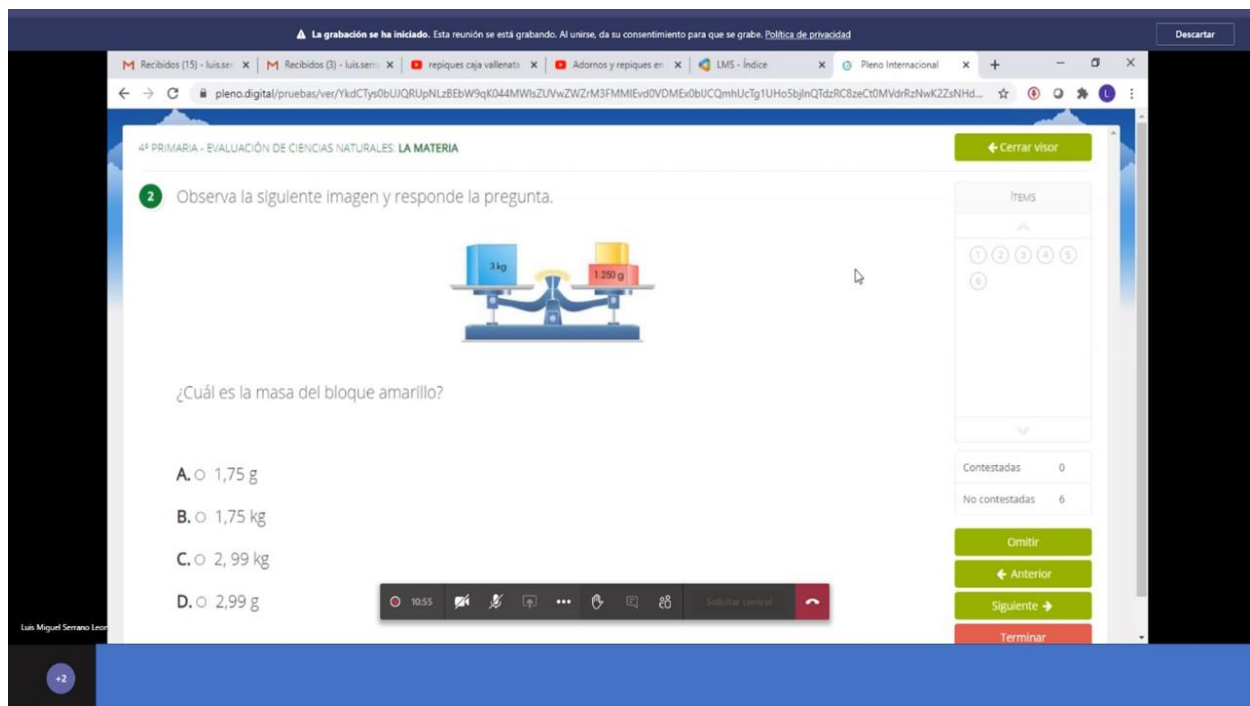
Observación 4:

El profesor aplica dos evaluaciones cortas por medio de la plataforma PLENO, sobre los temas que se han venido aplicando. A continuación, se presenta uno de los puntos a desarrollar en la evaluación 1:



The screenshot shows a digital assessment interface. At the top, there are two illustrations: on the left, a glass of water with ice cubes on a table outdoors; on the right, the same glass inside a freezer compartment. Below the illustrations, the question asks: "¿Qué factor pudo haber provocado el cambio del vaso en el congelador?" (What factor could have caused the change of the glass in the freezer?). There are four multiple-choice options: A. La atmósfera, B. La materia, C. La temperatura, and D. Las partículas. To the right of the question, there are navigation buttons: "Omitir", "Anterior", "Siguiente", and "Terminar". At the bottom, there is a status bar with a timer showing 09:49 and various icons for navigation and controls.

Después, en la segunda evaluación el profesor hace una aclaración sobre este ejercicio:



The screenshot shows a digital assessment interface. At the top, there is a notification: "La grabación se ha iniciado. Esta reunión se está grabando. Al unirse, da su consentimiento para que se grabe. Política de privacidad". Below this, there are several browser tabs open. The main content area shows a question: "2. Observa la siguiente imagen y responde la pregunta." (2. Observe the following image and answer the question.). The image shows a balance scale with a blue block labeled "3 kg" on the left pan and a yellow block labeled "1,250 g" on the right pan. Below the image, the question asks: "¿Cuál es la masa del bloque amarillo?" (What is the mass of the yellow block?). There are four multiple-choice options: A. 1,75 g, B. 1,75 kg, C. 2,99 kg, and D. 2,99 g. To the right of the question, there are navigation buttons: "Cerrar visor", "Items", "Contestadas", "No contestadas", "Omitir", "Anterior", "Siguiente", and "Terminar". At the bottom, there is a status bar with a timer showing 10:55 and various icons for navigation and controls.

Les indica la conversión a realizar en el ejercicio e incluso les menciona que deben hacer una resta, para poder encontrar la respuesta. Estas indicaciones se las da, antes de presentar la segunda evaluación. Por lo mencionado por el profesor alguno de ellos no tuvieron buenos resultados. Incluso les permite volver acceder para realizarla.

Apéndice B. Prueba diagnóstica

Encuesta sobre concepciones de la competencia explicativa

Esta encuesta se realizará previo a un estudio sobre la competencia explicativa que se llevará a cabo en la Institución Educativa en estudiantes de grado cuarto. Por ello, agradezco el diligenciamiento de la misma, cuyo contenido será manejado confidencialmente para propósitos exclusivos de la investigación. No existen respuestas correctas ni incorrectas, por lo cual conteste sinceramente a cada una de las preguntas. Por favor tenga en cuenta no dejar preguntas sin responder.

Su colaboración será valiosa para este estudio y para fortalecer los procesos educativos.

¡Muchas gracias!

I. Información general

- Nombre: _____
- Edad: _____
- Género: _____
- Grado: _____

II. Concepciones del aprendizaje de la competencia explicativa

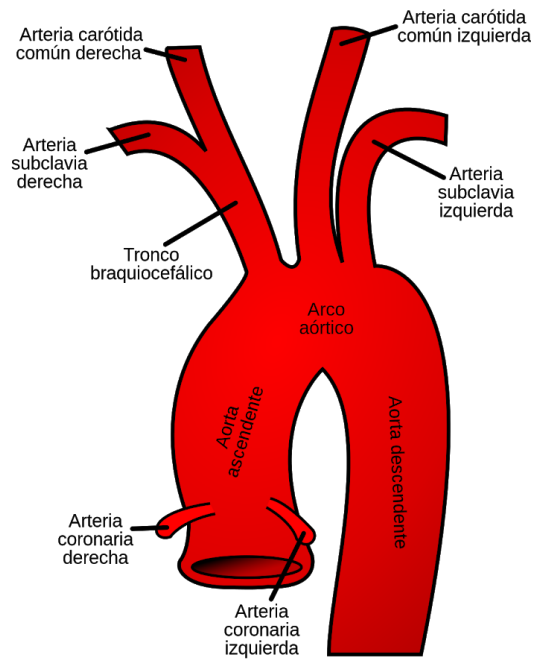
1. Carlos y Diana echaron agua en un recipiente y la calentaron. Después de un tiempo, observaron la formación de burbujas y el desprendimiento de vapor.



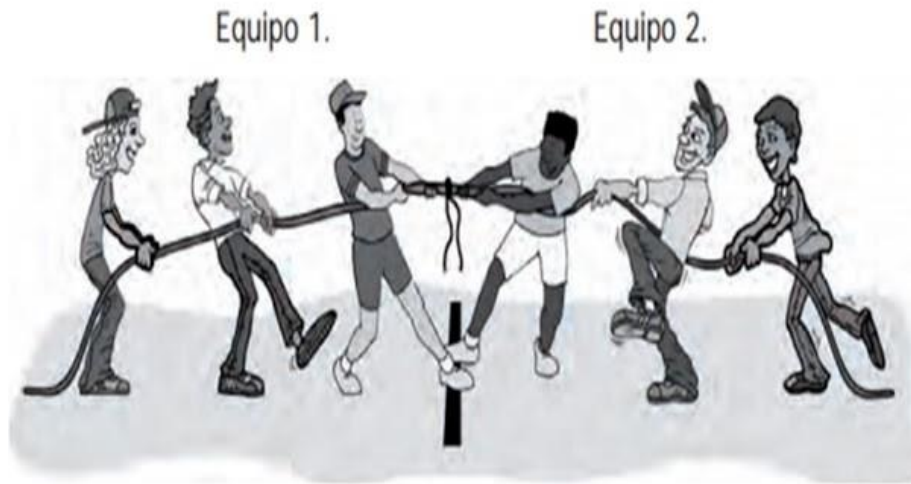
¿Por qué se empezó a evaporar el agua?

2. En las clases de educación física los estudiantes hacen ejercicio, juegan, practican un deporte y aprenden a relacionarse con sus compañeros. Los estudiantes deben asistir a las clases de educación física porque

3. En un país, las carreteras sirven para comunicar ciudades y transportar alimentos entre ellas. Juan dice que en el cuerpo humano las venas y las arterias del sistema circulatorio cumplen la misma función de las carreteras del país, porque



4. En el siguiente dibujo se observan dos equipos halando la cuerda, cada uno cuenta con 3 estudiantes:

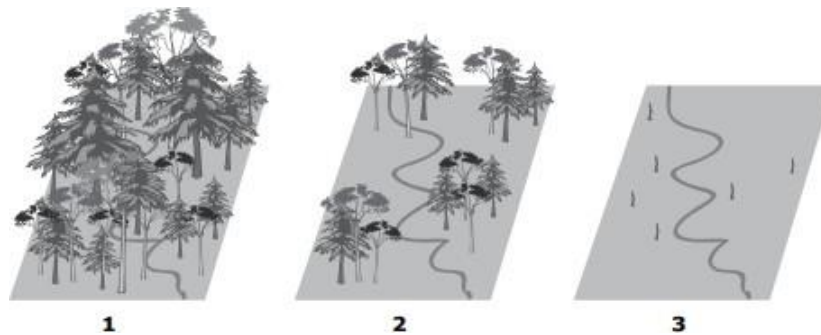


¿Por qué ninguno de los dos equipos sobrepasa la línea del centro?

5. Gran parte del agua que se evapora para la formación de las nubes pertenece a los mares y océanos. ¿Por qué, cuando llueve, el agua que cae de las nubes no presenta un sabor salado como el agua de mar?

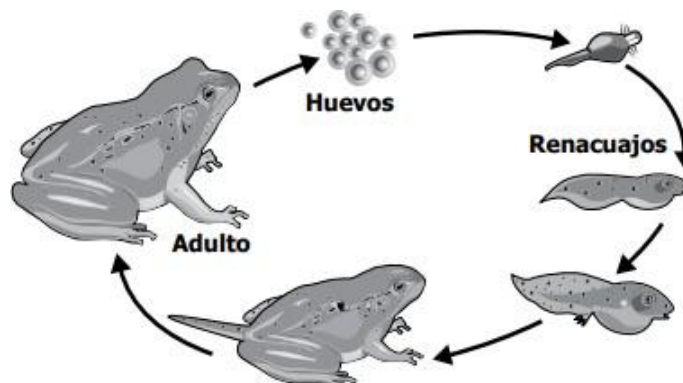


6. El siguiente dibujo presenta un ecosistema de bosque en tres etapas diferentes



De acuerdo con lo anterior, ¿Qué actividad humana afectó al ecosistema? ¿Por qué se dice que lo afectó?

7. En la siguiente figura se presentan las etapas del ciclo de vida de una rana.

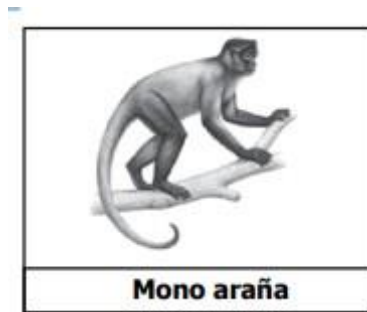


En un estanque donde hay una población de ranas, un hombre coloca varios peces y estos peces se alimentan únicamente de los renacuajos pequeños. Con el tiempo, las ranas del estanque pueden desaparecer. ¿Por qué podría pasar esto?

8. Los médicos que cuidan de la buena alimentación de las personas siempre recomiendan no exceder las porciones de pastas, arroz, panes, dulces y gaseosas. ¿Por qué los médicos hacen esta recomendación?

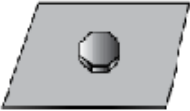


9. Observa la imagen del mono araña:



El mono araña consigue el alimento de las ramas altas de los árboles. ¿Cuál podría ser la parte del cuerpo más útil para trepar árboles y conseguir alimentos? ¿por qué?

10. Un tornillo como el que se muestra en la figura se encuentra fuertemente atascado y para desatornillar tiene las dos herramientas mostradas.

Tornillo	Herramientas	
	Llave 	Alicates 

¿Cuál de las dos herramientas es la más apropiada? ¿Por qué?

Enlace: <https://forms.gle/bitaaSzej8vEfm5Cr7>

Apéndice C. Talleres investigativos

Taller investigativo n°1

“La materia, sus propiedades y cambios de estado”

Estándares Básicos de Competencias del área Ciencias Naturales

- Observo el mundo en el que vivo.
- Identificó las condiciones que influyen en los resultados de una experiencia y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).
- Realizo mediciones con instrumentos convencionales (balanza, báscula, cronómetro, termómetro...) y no convencionales (paso, cuarta, pie, braza, vaso...).
- Registro mis observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa (sin alteraciones), en forma escrita y utilizando esquemas, gráficos y tablas.
- Saco conclusiones de mis experimentos.
- Describo y verifica con el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias.
- Verifica con que la cocción de alimentos genera cambios físicos y químicos o viceversa y su posibilidad de flotar.

Meta de aprendizaje

Comprende que la diferencia de temperatura y otros factores influyen en los cambios de estado del agua.

• SECUENCIA DE APRENDIZAJE

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
ETAPA DE EXPLORACIÓN	Pregunta problema: ¿La temperatura influye en los cambios de estado del agua? ¿Por qué? Introspección al eje temático con una aplicación didáctica: Se inicia la sesión con la pregunta problema, se les pide a los estudiantes que den sus respuestas orales a la pregunta. Teniendo en cuenta sus respuestas se dan orientaciones para iniciar con el eje temático de la materia. Para explorar presaberes y obtener un punto de partida a la temática, se iniciará con una actividad tipo adivinanza, en la cual se les indicarán las características de un objeto o forma de materia y con estas los estudiantes tratarán de adivinar el objeto al cual nos referimos. Después se les pedirá a los estudiantes que piensen en un objeto u otra forma de materia y que	Participación activa y aportes. Planteamiento de preguntas por parte de los estudiantes. Actitud y capacidad de interacción en la adivinanza. (La evidencia se tomará por medio del registro en el diario de campo y la grabación en video)

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	formulen características de acuerdo con una tablita que incluye: Color, forma, olor, textura, dureza, estado físico. Si los estudiantes desean puede agregar otras características para dar pistas del objeto elegido. Cada uno intentará describirlo y los demás intentarán adivinarlo. Finalizada la actividad, se cuestionará a los estudiantes acerca de aquellas características que nos permitieron definir el objeto. ¿Cómo se denominarán esas cualidades que nos permiten identificar un objeto? ¿Será que hay cualidades comunes a todos los objetos o formas de materia? ¿Será que hay cualidades que son únicas para ciertos tipos de materia?	
	Construcción de conceptos: Se iniciará con un texto llamado “Feliz como una gota” en el cual se realizará una lectura compartida y mental del mismo. El texto hace alusión a los cambios que sufre la materia. Este servirá como un medio para vincular la temática de cambios de estado y los efectos que tiene la temperatura en dichos cambios. Con ayuda de una presentación se les dará a conocer los distintos estados y algunos de los efectos ocasionados por el calor en las distintas formas de materia que existen, habrá apoyo en algunas imágenes,	

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
EXPERIMENTACIÓN	fichas y videos cortos que complementen el tema. Con base en la información suministrada, se planteará nuevamente la pregunta problemática: ¿La temperatura influye en los cambios de estado del agua? ¿Por qué? Se les pedirá que intenten dar respuesta a la pregunta tomando como soporte los nuevos conocimientos adquiridos y si tienen algunas dudas o preguntas que sean expuestas para abordarlas entre todos o si es el caso consultarlas para que sean trabajadas más adelante.	
	La experimentación en esta ocasión se realizará como tarea en casa, y la realizarán con la compañía de un adulto. Experimento: 1.Poner en una olla o recipiente metálico una taza de agua, ponerlo en la estufa con la llama a término medio. 2.Con ayuda de un cronómetro contabilizar el tiempo en el cual se evapora toda el agua del recipiente desde el momento en que se pone en la estufa. 3.Hacer el mismo procedimiento del punto 1, pero con la olla o recipiente metálico tapado. Contabilizar el tiempo por medio de un cronómetro al igual que en el punto 2.	

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
MODELADO Y SIMULACIÓN	4.Finalmente, comparar los dos tiempos y tratar de explicar lo ocurrido de forma escrita en el cuaderno de ciencias naturales. Guíate por las siguientes preguntas: ¿Los tiempos fueron iguales? ¿Por qué crees que sucedió esto? ¿explica cuáles pueden ser las razones del suceso? 5.Traer una explicación de lo ocurrido para sustentarlo de manera oral en la siguiente sesión de clase.	
	La experiencia de modelado y simulación se realizará a partir de tres modelos organizados en diferentes niveles teniendo en cuenta la experimentación. Primer modelo (olla destapada): En este modelo se representa lo que ocurre en la olla destapada, las variables del agua, la temperatura y las tasas de evaporación constante. Segundo modelo (olla tapada): El segundo modelo contempla la olla tapada junto con las mismas variables del primer modelo, incluyendo el vapor y supone que el vapor no se desperdicia en el tiempo con un ciclo infinito de evaporación y condensación.	

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
	Tercer modelo (olla tapada con pérdida de vapor): El modelo explica una situación más realista en la cual se contempla las mismas variables que en segundo modelo, pero se tiene en cuenta una pérdida de vapor. Cada uno de los modelos será explicado a los estudiantes por medio de un diagrama de flujo nivel intentando ayudar a la comprensión del fenómeno y mejorar sus apreciaciones y explicaciones. Se harán algunas preguntas sencillas aludiendo a la pregunta problema: ¿La temperatura influye en los cambios de estado del agua? ¿Por qué? Finalmente, se intenta profundizar en el fenómeno mostrándoles las gráficas que representan cada uno de los modelos trabajados y vistos anteriormente.	

MATERIALES Y RECURSOS:

Computador.

Cocina en casa. (Agua, olla con tapa, estufa y cronómetro)

Acceso a internet.

Plataforma sincrónica Teams.

Presentaciones con los ejercicios y momentos de la clase.

Software de modelado y simulación (Evolution)

Elementos escolares (Cuaderno de ciencias, lapiceros, lápices, etc.)

Taller investigativo n°2

“Las fuerzas, el trabajo y el movimiento”

Estándares Básicos de Competencias del área Ciencias Naturales

- Observo el mundo en el que vivo.
- Identificó las condiciones que influyen en los resultados de una experiencia y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).
- Realizo mediciones con instrumentos convencionales (balanza, báscula, cronómetro, termómetro...) y no convencionales (paso, cuarta, pie, braza, vaso...).
- Registro mis observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa (sin alteraciones), en forma escrita y utilizando esquemas, gráficos y tablas.
- Saco conclusiones de mis experimentos, aunque no obtenga los resultados esperados.
- Comunico, oralmente y por escrito, el proceso de indagación y los resultados que obtengo.
- Comparo movimientos y desplazamientos de seres vivos y objetos.
- Relaciono el estado de reposo o movimiento de un objeto con las fuerzas aplicadas sobre éste.
- Identifico máquinas simples en objetos cotidianos y describo su utilidad.
- Construyo máquinas simples para solucionar problemas cotidianos.

DBA. Asociado a la Secuencia

Comprende que la magnitud y la dirección en que se aplica una fuerza puede producir cambios en la forma como se mueve un objeto (dirección y rapidez).

Meta de aprendizaje

Explica fenómenos que involucran a la fuerza, el trabajo y el movimiento en situaciones que ocurren en la vida cotidiana.

- **SECUENCIA DE APRENDIZAJE**

MOMENTOS		ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
ETAPA DE EXPLORACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN	N	Pregunta problema: ¿Por qué algunas fuerzas que se aplican a un cuerpo u objeto no generan movimiento? Introspección al eje temático con una aplicación didáctica: Se inicia la sesión con la pregunta problema, se les pide a los estudiantes que den sus respuestas orales a la pregunta. Teniendo en cuenta sus respuestas se dan orientaciones para iniciar con el eje temático relacionado con las fuerzas y el movimiento. Para explorar presaberes y obtener un punto de partida a la temática, los estudiantes debían traer previo a la clase una mara, una tabla, una hoja de papel y una tela. Se les pedirá que hagan rodar la esfera por la superficie de la tabla, luego que hagan lo mismo sobre la superficie de la hoja de papel y por último con la tela. Al finalizar, se les harán algunas preguntas como: ¿La mara se desplazó de la misma forma en todos los materiales? ¿Qué pudo afectar el desplazamiento? ¿por qué cree que sucedió	Participación activa y aportes. Planteamiento de preguntas por parte de los estudiantes. Actitud y capacidad de interacción en la adivinanza. (La evidencia se tomará por medio del registro en el diario de campo y la grabación en video)

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
	deesa forma? ¿Qué aspectos pueden cambiar el desplazamiento de la mara? ¿Si la mara fuera mas liviana o más pesada, afectaría su desplazamiento?	
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	Construcción de conceptos: Se iniciará con un corto video relacionado con el concepto de fuerza, se continuará con una presentación en la cual se aproxime al concepto de fuerza citando ejemplos como: “si aprietas una lata de gaseosa o si aprisionas un huevo contra la pared con suficiente fuerza, entonces logras deformar objetos o hasta romperlos. Si bateas una pelota de béisbol, entonces estás ejerciendo sobre ella una fuerza a través del bate que modifica el movimiento que ya traía, desviando su trayectoria y acelerando su movimiento por el aire; pero si eres quien atrapa dicha pelota, entonces estás ejerciendo una fuerza sobre ella tal que detiene su movimiento. Avanzando en el desarrollo de la temática se hablará acerca de las características de las fuerzas existentes y se relacionará con la primera ley de Newton, se abordarán las clases de fuerza y sus formas de representación a través de vectores. Después se realizarán algunos ejercicios apoyados en los contenidos tomados de las capsulas	

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
	digitales y las mallas de aprendizaje del MEN con el ánimo de que afiancen sus saberes relacionados con el tema. Con base en la información suministrada, se planteará nuevamente la pregunta problemática: ¿Por qué algunas fuerzas que se aplican a un cuerpo u objeto no generan movimiento? Se les pedirá que intenten dar respuesta a la pregunta tomando como soporte los nuevos conocimientos adquiridos y si tienen algunas dudas o preguntas que sean expuestas para abordarlas entre todos o si es el caso consultarlas para que sean trabajadas más adelante.	
MODELADO Y SIMULACIÓN	La actividad de simulación representa conceptos relacionados con eje temático y la pregunta problema como la fuerza, el movimiento, el rozamiento, la velocidad y la primera ley de newton. El objetivo es explorar las fuerzas que actúan al tirar de un carro o empujar un refrigerador, caja, o una persona. Crea una fuerza aplicada y ve cómo hace que se muevan los objetos. Cambia la fricción y observa cómo afecta el movimiento de los objetos.	

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
	Se les compartirá el enlace a los estudiantes y se les pedirá que simulen diferentes escenarios con el ánimo de plantearse preguntas y ayudar a responderlas haciendo uso del simulador. Enlace: https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_es.html	

MATERIALES Y RECURSOS: Computador. Una mara, una tabla, una hoja de papel y una tela Acceso a internet. Plataforma sincrónica Teams. Presentaciones con los ejercicios y momentos de la clase. Software de modelado y simulación (Evolution) Elementos escolares (Cuaderno de ciencias, lapiceros, lápices, etc.)

Taller investigativo n°3

“Factores que afectan a las poblaciones”

Estándares Básicos de Competencias del área Ciencias Naturales

- Observo el mundo en el que vivo.
- Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas.
- Propongo explicaciones provisionales para responder mis preguntas.
- Identifico condiciones que influyen en los resultados de una experiencia y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).
- Diseño y realizo experimentos modificando una sola variable para dar respuesta a preguntas.
- Analizo el ecosistema que me rodea y lo comparo con otros.
- Identifico adaptaciones de los seres vivos, teniendo en cuenta las características de los ecosistemas en que viven.
- Explico la dinámica de un ecosistema, teniendo en cuenta las necesidades de energía y nutrientes de los seres vivos (cadena alimentaria).

DBA. Asociado a la Secuencia

- Comprende que los organismos cumplen distintas funciones en cada uno de los niveles tróficos y que las relaciones entre ellos pueden representarse en cadenas y redes alimenticias.

Meta de aprendizaje

Analiza y comprende los mecanismos de supervivencia de los seres vivos dentro de un ecosistema y las alteraciones de estos por factores externos.

- **SECUENCIA DE APRENDIZAJE**

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
ETAPA EXPLORACIÓN	DE Pregunta problema: ¿Por qué puede desaparecer una especie? Introspección al eje temático con una aplicación didáctica: Se inicia la sesión con la pregunta problema, se les pide a los estudiantes que den sus respuestas orales a la pregunta. A partir de esas intervenciones se les indicará a los estudiantes una actividad de exploración para conocer sus nociones acerca de las especies y los ecosistemas. Se realizará un juego de roles, asignando a los estudiantes nombres de animales, plantas y elementos propios de un ecosistema específico. El juego consiste en que un grupo de estudiantes adivine el animal, planta o elemento asignado, recibiendo pistas sobre sus características. Estas pistas estarán orientadas por las preguntas planteadas por el grupo de estudiantes que debe adivinar, oriéntelos	Participación activa y aportes. Planteamiento de preguntas por parte de los estudiantes. Actitud y capacidad de interacción en el juego. (La evidencia se tomará por medio del registro en el diario de campo y la grabación en video)

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
	para que realicen preguntas como: ¿qué comen los animales asignados? ¿Dónde viven? ¿Cómo dependen de las plantas y otros animales presentes en el mismo ecosistema? ¿Qué pasaría con estos animales si su principal fuente de alimento ya no existiera? ¿Qué sucedería con las plantas y los animales asignados cuando un tipo de planta o animal muere? Esta actividad la puede realizar con los distintos ecosistemas propios de la región.	
CONSTRUCCIÓN TEÓRICA	Construcción de conceptos: Se les mostrará y dará acceso a los estudiantes a diferentes fuentes información relacionadas con los componentes de un ecosistema, las cadenas tróficas y algunos de los efectos que pueden causar la temperatura, humedad, disposición de alimento, ubicación, tasas de reproducción, entre otras que pueden incidir en el desarrollo de una población de animales. La información compartida será obtenida a partir de fuentes como las capsulas digitales y las mallas de aprendizaje publicadas por el MEN. Se trabajarán ejercicios para ir afianzando algunos de los conceptos aplicados, para ello se utilizarán los siguientes enlaces:	

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
	Mapa conceptual sobre los componentes que conforman un ecosistema. https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G_4/S/S_G04_U01_L02/S_G04_U01_L02_03_01.html Presencia de cadenas alimenticias: https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G_4/S/S_G04_U01_L02/S_G04_U01_L02_03_03.html Factores abióticos de un ecosistema: https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G_4/S/S_G04_U01_L02/S_G04_U01_L02_03_02.html Adaptaciones de los seres vivos: https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G_4/S/S_G04_U03_L06/S_G04_U03_L06_03_02.html	

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
	Después de orientar el trabajo a partir de las anteriores fuentes de información y presentaciones se les volverá a indagar con pregunta problema:	
EXPERIMENTACIÓN	¿Por qué puede desaparecer una especie? Se les pedirá a los estudiantes que tomen una fotografía a un ecosistema cercano o que lleven a clase láminas con imágenes de ecosistemas conocidos como el ejemplo que aparece en la ilustración; puede también utilizar recursos como fotos, videoclips, descripciones y narraciones en textos escritos, como producto susceptible de ser evaluado. Se les solicitará que describan lo que observan y que representen gráficamente posibles relaciones de alimentación, espacio y protección. Situaciones que promueven el aprendizaje. Genere situaciones donde se identifiquen posibles desbalances en el ecosistema de estudio, “que pasaría si...” o plantee situaciones donde se les brinda una causa y se les pida que identifiquen los posibles efectos. P. ej., causa: se disminuyó la calidad del agua debido al aumento de asentamientos humanos; efectos: aridez, disminución de nutrientes, disminución de	

MOMENTOS	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
	vegetación, entre otros. De lo anterior se espera que puedan reconocerse problemas del entorno y desde ahí buscar posibles soluciones.	
MODELADO SIMULACIÓN	Y Se utilizará un modelo de simulación con ayuda del programa Homos, en el cual se representará un entorno en el cual una especie de conejos se reproduce gracias a la disposición de agua y árboles que haya en el ecosistema. Se explicará el modelo basado en la metodología de objetos y reglas y se intentarán modificar dichas reglas para realizar posibles hipótesis sobre lo que puede ocurrir al variar las variables del modelo. Todo tratando de contestar a la pregunta: ¿Qué pasaría si aumentan los árboles? ¿Qué pasaría si se disminuye la disposición de agua? ¿Qué pasa si crece mucho la especie de conejos? Intentando validar o descartar las afirmaciones que hagan los estudiantes.	

MATERIALES Y RECURSOS: Video Beam, Computador portátil. Laboratorio Sala de informática. Salón de clase.
--

Cartelera sobre el Acto reflejo.

Partes de la estructura de la bacteria en cartulina

Marcadores

Tablero.

Apéndice D. Grabación sesión 1 (Secuencia 3)

00:00:02

Profesor L: Para esta hora de clase, la Virgen, en nombre del Padre, del Hijo y del Espíritu Santo, amén. Dios te salve, María, llena eres de gracia, el Señor es contigo. Bendita tú eres entre todas las mujeres y bendito es el fruto de tu vientre, Jesús.

00:00:14

Profesor L: Santa María, Madre de Dios, ruega por nosotros, pecadores, ahora y en la hora de su muerte. María, Madre y Maestra de sus enseñanos el camino seguro, hombre del Padre, del Hijo y del Espíritu Santo. Por favor, encendemos las cámaras.

00:00:28

Profesor L: Yo solo veo a Gxxxx, a Gxxxxx y a Dxxxx. Vamos encendiendo las cámaras y pues ahorita en si solo veo solo lo necesario de los tres. Ya veo a Jxxxxxxxx

00:00:44

Profesor L: ¿Ya fuiste en la evaluación? Si.

00:00:50

Profesor Luis: ¿Jxxx, ya pudiste hacer la evaluación? Bueno, eso ya lo estoy haciendo aquí en ese momento que aun con el profe Sergio o silencio mi micrófono y voy a estar atento a cada uno de ustedes. Jorge, enciende la cámara. Queremos verte, Jorge. Y voy ahí llamándonos. Que falta visto.

00:01:16

Docente Investigador: Buenos días, estudiantes de Cuarto B. Pero sé muy bien que se. Bueno, ya lo veo. Con todo el espíritu navideño. Pero bueno, que se estén vinculando con esa parte. Entonces ya próximos a las vacaciones, eh? Bueno, el día de hoy pues vamos a trabajar una última actividad o iban a verme por última vez.

00:01:39

Docente Investigador: Entonces pues lo voy a pedir que tengan digamos, toda la actitud y toda la. Toda, digamos, toda la disposición para esta actividad del día de hoy. Ustedes saben que siempre antes de iniciar. Lo es, digamos, plantearles una pregunta si siempre en las sesiones hemos iniciado con una pregunta, ustedes ya digamos que están, así como muy pilos a esa, a esa cuestión. Entonces, pues voy a compartir la pregunta del día de hoy. Si la pregunta del día de hoy y está relacionada. Está relacionada con las poblaciones y que afectan, digamos, o las poblaciones de animales, de plantas. Toda serie de seres vivos que pueden llegar a ser afectados. Si, entonces. ¿Y el tema principal del día de hoy?

00:02:38

Docente Investigador: Digamos que es factores que afectan a las poblaciones. Cuando me refiero a poblaciones, como le digo, como les decía, pues es relacionado con animales, plantas, hongos. Bueno, todos los seres vivos, bacterias, todos los seres vivos que podamos encontrar en él, en el planeta. Y la pregunta inicial o la pregunta que yo les hago para iniciar esta sesión es ¿por qué puede desaparecer una especie? Esa es la primera, la pregunta principal. Entonces, teniendo en cuenta esa primera pregunta, eh? Alguno? Con iniciativa propia, digamos. ¿Quiere contestar la pregunta? Dale, dale.

00:03:22

Speaker 13: Eh, Jxxxx, profe, a veces los seres humanos, a veces creados compasión de los animales y los matamos. Y a veces como matamos tantos animales de esa especie, van a estar en peligro de extinción.

00:03:36

Docente Investigador: Correcto, entonces es el, digamos, el del mal obrar del hombre ha hecho que digamos que tengamos algunas especies en vía de extinción. Y esa puede ser una de las razones para que digamos tengamos especies en peligro de desaparecer o completamente desaparecidas, ya que están extintas, cierto Bien, gracias. Otro compañerito que de pronto tenga alguna otra respuesta, digamos a esta pregunta ¿Por qué más puede desaparecer una especie? Porque otra cosa.

00:04:15

Speaker 15: Profe porque nosotros invadimos el territorio de él.

00:04:21

Docente Investigador: el hombre está bastante relacionado...

00:04:24

Speaker 15: según yo, según yo es porque el hombre ha estado civilizado Me explico. O sea, hay una y un oso tienen que mover un tienen que mover la cueva y la derrumban. Llega el invierno. Ya es una ciudad y el oso anda en el bosque y se puede morir.

00:04:49

Docente Investigador: Okey, claro.

00:04:50

Speaker 15: Pronto la muerte de los peces. Qué sucede porque tiramos desechos tóxicos

00:04:55

Docente Investigador: Exacto. Bueno, bueno, bueno. Además de exacto bien, me parece perfecto que están abordando una problemática muy importante. Y es que nosotros estamos afectando el territorio, las condiciones de los animales y de algunas especies, y eso lleva a que se puedan, que se puedan extinguir o sepan o pueden desaparecer. Pero digamos bueno, eh, dejando de un lado al hombre, si dejando de un lado al hombre, ¿qué otras cosas pueden ocurrir? Digamos a que de pronto pueda desaparecer una especie sí, o que puedan, digamos, ocurrir algún, alguna extinción. Pero, que no sea por parte del hombre, sino

00:05:40

Speaker 15: por depredador depredadores.

00:05:43

Docente Investigador: Perfecto. Entonces puede haber una proliferación de muchos depredadores, una tasa de nacimientos, por ejemplo, de leones, que es un depredador fuerte, una tasa de reproducción muy alta de leones y eso puede llevar a que se desaparezcan, por ejemplo, las gacelas o los venados, o algunos tipos de animales que son alimento para los leones. Entonces esa puede ser otra razón muy bien, otra distinta de otro, de otro, de otro estudiante diferente que no haya hablado, que pronto tenga alguna idea diferente. No, ninguno.

00:06:26

Docente Investigador: ¿Jxxxxxxx no tiene una idea distinta y por qué puede desaparecer una especie? ¿No, no has pensado en otra idea? Jxxxx de pronto que nos pueda decir otra idea.

00:06:43

Docente Investigador: ¿De por qué? Jxxxx. Nada. Jxxxx. no? Bueno, bien, en esa primera pregunta, pues hacemos una primera aproximación al tema, como les decía. Entonces ahora vamos a intentar e abordar con una actividad inicial la actividad inicial.

00:07:09

Docente Investigador: Entonces les voy a pedir que estemos concentrados y que pensemos vamos a pensar en un animal, si en una especie que sea animal, que le llame a usted la atención, que digamos, que usted le llame la atención y que usted sobre todo tenga conocimiento sobre ese animal. O sea, que usted sepa acerca del animal bastante sí, o que pronto sepa, sepa más que pronto de otros animales sin mencionarlo. Sí. O sea, no me lo van a decir ni se lo van a decir a sus compañeros. Eh. Vamos a intentar pensar dónde habita, en qué ecosistema está. ¿Si es acuáticos y terrestre, de qué se alimenta? O sea, que nos puedan decir. Bueno, se alimenta de tal cosa. Profe. Por lo tanto, es herbívoro, es carnívoro, es omnívoro. Recuerden que omnívoro es que se alimenta de tanto carne como vegetales. ¿Cómo se reproducen? Si es vivíparo, es ovíparo.

00:08:10

Speaker 17: Recuerde que hay un dicho que yo no entiendo qué es hierba mala Nunca muere. Yo pienso que tiene que estar relacionado con las plantas o algo por el estilo.

00:08:23

Docente Investigador: Sí. Hierba mala nunca muere, pues se refiere a que es como algo jocoso, chistoso. Y es que digamos las personas. Bueno. Personas que son como. Como. Como malas. A veces duran mucho tiempo. Sí, y lo mismo pasa con la hierba y la hierba que se alegamos en el potrero. La hierba que es maluca que digamos, no sirve de alimento y lo que hace es dañar las plantas y dañarlo los demás si, y no les sirve de alimento a ningún animal. Entonces es haber

hierba, es la que más prolifera y no se muere. Si esta vez es como el dicho que hace alusión a eso. Pero bueno, eh, eh.

00:09:03

Docente Investigador: ¿Cómo se reproduce ese animal? Si es vivíparo. Pero recuerden que los vivíparos se desarrollan en el vientre de la mamá, los ovíparos ponen huevos y los ovovivíparos son animales que desarrollan su huevo en el vientre, pero después se desarrollan como un huevo en el vientre. Sí, pero bueno, esos son un tipo de animales característicos como tal.

00:09:28

Docente Investigador: Bien, si ese animal es un vertebrado, si es si es un vertebrado, entonces puede ser un reptil, un anfibio, un mamífero, un pez o un ave. Si es invertebrado o si es invertebrado, puede ser un molusco, un gusano, un insecto, un artrópodo, un equinodermo.

00:09:45

Docente Investigador: Bueno, de acuerdo a eso, eh, vamos a a pensar en ese animal y en las posibles, porque yo cuando ustedes seleccionen el animal no le voy a preguntar el nombre animal, sino le voy a hacer preguntas para que los compañeros, eh? De pronto puedan adivinar de qué animal se trata. Es como una actividad de adivinanza. Si ustedes saben que a mí me gustan las adivinanzas, porque ya les he dicho que les hemos hecho varias en el transcurso del trabajo, ¿yo respondí a Primera que usted hizo? Sí, listo. Entonces, bueno, en eso consiste. Bien, entonces pensemos quiénes ya tienen el animal, así como listo. A ver.

00:10:26

Docente Investigador: En su cabecita ya lo pensaron y ya listo. Gxxxxxxx ya lo tiene listo, Gxxxxxxx ya tiene el animal listo, listo. Entonces yo te voy a hacer preguntas. Gabriel Si, y tú me vas a dar

las pistas? A ver si los compañeros adivinan de qué tipo de animal se trata. ¿Sí, Gxxxxxxx eh?

¿Donde habita tu animal?

00:10:48

Speaker 18: La sábana en la sábana.

00:10:51

Docente Investigador: Esto es un ecosistema terrestre. Si es cierto, bien ¿De qué se alimenta?

00:11:03

Speaker 18: Carne, carne, gacelas, principalmente,

00:11:08

Docente Investigador: ¿cómo se reproduce? ¿Es vivíparo, es ovíparo?

00:11:15

Speaker 18: vivíparo.

00:11:16

Docente Investigador: ¿Qué característica tiene, qué características puede señalar?

00:11:20

Speaker 18: que tiene manchas, tiene manchas, bien barrio, le gusta trepar

00:11:27

Docente Investigador: bien, ¿Es vertebrado?

00:11:29

Speaker 28: Si.

00:11:31

Docente Investigador: Sí, eh vertebrado. Qué tipo de animal es un anfibio, un reptil, un mamífero, un pez,

00:11:38

Speaker 18: un mamífero

00:11:39

Docente Investigador: perfecto Bien, bien. Bueno, ya tenemos ahí algunas características que van ahí

00:11:45

Speaker 18: Ataca es carnívoro.

00:11:46

Docente Investigador: Sí, sí, digamos que algunos mamíferos son carnívoros. Sí, mamíferos. Recuerde que son principalmente los que están cubiertos de pelo. Sí, entonces, eh. ¿ya tenemos qué animal puede ser el de Gxxxxxxx? Alguno ya pensó bien,

00:12:05

Speaker 21: creo que sí. Es como un león o algo así que. Que en la sabana Rey el león viene.

00:12:14

Speaker 31: Yo sé es un guepardo

00:12:15

Speaker 24: es un tigre, tigre

00:12:17

Speaker 31: un guepardo.

00:12:18

Docente Investigador: Y dijeron por acá Gabriele es un guepardo. Algo perfecto. Hubieses podido decir que es el animal más rápido que existe. Es ese. Esa es una característica.

00:12:32

Speaker 26: Yo quisiera hacer una una adivinanza.

00:12:35

Docente Investigador: Bueno. Perfecto. Ya le hay paso a otro que tenga listo el animal. Guido dice que lo tiene listo. Si claro, tienes pensado bien, te va a hacer las preguntas entonces y me vas contestando para que los demás podamos identificar donde habita ese animal.

00:12:55

Speaker 16: Espere, profe. Antes se puede. Puede ser. Puede matar no por comer, sino por otra cosa. Sí, claro. Ok, entonces habita en el desierto, mayormente en el desierto.

00:13:11

Docente Investigador: Estamos hablando de un ecosistema terrestre. ¿De qué se alimenta principalmente?

00:13:17

Speaker 16: Se alimenta de insectos, de insectos

00:13:22

Docente Investigador: Bueno, es una especie de carnívoro. No son una especie de carnívoro. Bien. ¿Cómo se reproducen?

00:13:30

Speaker 16: Ovíparo. Sí ponen huevos

00:13:35

Docente Investigador: Sí, sí, señor. Perfecto. Bien. ¿Qué características tiene? Además del de las que ya mencionamos

00:13:42

Speaker 16: Otra que es venenoso.

00:13:44

Docente Investigador: Es venenoso. Bien. ¿Es vertebrado o es invertebrado?

00:13:50

Speaker 16: Es invertebrado

00:13:52

Speaker 12: Es una serpiente

00:13:54

Speaker 16: No.

00:13:55

Speaker 29: Es un escorpión.

00:13:58

Speaker 16: Bien. Sierra Lo dijo.

00:14:01

Docente Investigador: Ya lo adivinamos. Bueno, con esas características bastó. Bien, gracias, Gxxxx. Jxxxx ya tiene su animal. Si ya lo tienes listo. Jxxxx Qué? ¿Dónde habita ese animal?

00:14:19

Speaker 32: En el Polo Norte

00:14:23

Docente Investigador: en el Polo Norte habita ese animal perfecto, ¿De qué se alimenta ese animal?

00:14:33

Speaker 32: No sé creo que, de carne, carne,

00:14:35

Docente Investigador: De carne se alimenta bien, ¿Cómo se reproducen? Pone huevos. El bien se desarrolla en el vientre de la mamá. ¿Cómo se reproduce?

00:14:50

Speaker 32: Es Vivíparo

00:14:50

Docente Investigador: perfecto. Bien. ¿Es vertebrado?

00:14:57

Speaker 32: Eh? Eh? Sí.

00:14:59

Docente Investigador: Vertebrado, listo. Eh? Es un reptil y un anfibio. ¿Un mamífero, un pez o un ave?

00:15:07

Speaker 33: Un mamífero.

00:15:09

Docente Investigador: Bien, con esas características que nos dio Jxxxx, ¿sabes?

00:15:14

Speaker 11: Un oso polar,

00:15:15

Docente Investigador: dicen por acá.

00:15:16

Speaker 34: Si Jorge no vino un pingüino.

00:15:22

Speaker 32: Tampoco.

00:15:24

Docente Investigador: Una foca. Un león marino, ¿no?

00:15:32

Speaker 34: No un elefante marino.

00:15:39

Speaker 32: No, tampoco viven en el Ártico.

00:15:47

Speaker 6: Papá Noel.

00:15:50

Speaker 35: Papá Noel no es un animal bien,

00:15:55

Speaker 17: Qué otro? Qué otro es

00:16:01

Speaker 17: Entonces debe ser una de estas cosas que viven en la nieve. No me acuerdo cómo se llamaban, pero

00:16:07

Docente Investigador: un zorro polar puede ser.

00:16:10

Speaker 17: Eso es lo que iba decir.

00:16:11

Speaker 32: Sí, sí, sí.

00:16:14

Docente Investigador: Es un zorro polar. Bien, bien, bien, bien. Bueno, eh? Perfecto. ¿Algún, otro quiere participar? Jxxx. ¿De pronto ya tienes tu animal?

00:16:24

Speaker 36: No profesor

00:16:30

Docente Investigador: No Jxxx?

00:16:32

Speaker 38: Yo. Yo puedo,

00:16:35

Docente Investigador: Juan Diego, Juan Diego Jiménez. Dale, Juan Diego Jiménez.

00:16:40

Speaker 31: Esto es que es un lobo, pero es como lo es un lobo de nieve. Pero no sé muy bien el nombre.

00:16:49

Docente Investigador: Ah, pero. Pero me dijiste el es el animal antes de darte las características. Entonces la idea era adivinarlo. Bien. Recuerda. Recuerda que no debíamos mencionar quién más quiere de pronto participar. Dxxxx. ¿Ya lo tienes?

00:17:07

Speaker 40: Yo sí.

00:17:09

Docente Investigador: Dxxxx dale. Bien. Entonces se va a hacer las preguntas. Dxxxx Eh. ¿Donde habita ese animal?

00:17:17

Speaker 40: Habita donde halla vegetación y pude vivir cerca de las casas.

00:17:25

Docente Investigador: ¿Puede vivir cerca de las casas? Ok. Eh ¿De qué se alimenta? ¿Es herbívoro? ¿Carnívoro?

00:17:34

Speaker 40: Se alimenta de hierba,

00:17:36

Docente Investigador: hierba principalmente. Bien. ¿Cómo se reproduce? ¿Es vivíparo o es ovíparo?

00:17:42

Speaker 40: ovíparo, es ovíparo

00:17:45

Docente Investigador: Ovíparo bien. ¿Es un vertebrado o es un invertebrado?

00:17:53

Speaker 41: Es vertebrado.

00:17:56

Docente Investigador: ¿De qué tipo de vertebrados hablamos? ¿Un reptil, un anfibio mamífero? ¿Un pez? ¿Un ave?

00:18:04

Speaker 42: Un reptil

00:18:06

Docente Investigador: Okey, eh, bien, con esas características de alguno ya pueden saber de qué animal nos habla David.

00:18:18

Speaker 43: Una lagartija

00:18:19

Docente Investigador: dice por acá.

00:18:24

Speaker 43: Una iguana,

00:18:25

Speaker 40: si, una iguana.

00:18:30

Docente Investigador: Okey, entonces es un reptil perfecto. Bien, gracias, eh? Bueno, vamos a pasar, vamos a pasar a la siguiente actividad. De pronto lamento los que no pudieron decir su animalito, pero pues más adelante vamos a tener otras actividades, así que les voy a sugerir que participen ahí. Sí. Y bien, entonces les voy a compartir acá unas unas pequeñas actividades que vamos a realizar. Espérame en un momentico que me está cargando la página.

00:19:16

Docente Investigador: Sí, ya está cargando. Sí, lo que pasa es que como tengo varias pestañas abiertas. Entonces a mí de pronto es el que de pronto no me carga tan rápido. Entonces les pido un poquito de paciencia. Ya vamos. Listo. Bien. Eh? Acá vamos a hablar, a hablar. La primera

pregunta que yo les hacía era si en donde habitaba el animal, cierto, el animal, digamos, las partes donde me decían pues son generalmente eran ecosistemas.

00:19:46

Docente Investigador: Si esos ecosistemas pueden ser bien sea un sistema, son un sistema natural ¿Conformado por qué? Por bien sea seres vivos que eran precisamente esos animales de los cuales estábamos hablando. O también pueden ser un medio físico o un medio físico. Se refiere, digamos, a todos aquellos factores que rodean a ese, ¿a ese animal? Sí, y pues tenemos que todo esto los organismos vivos y el medio físico se relaciona si eso va en primera medida para entender un poco acerca de lo que estamos hablando. Entonces el medio físico son también llamados seres no vivos.

00:20:31

Docente Investigador: Ahora se llaman factores abióticos Entonces, pues ellos están acompañados, bien sea en un ecosistema que les brinda precipitaciones. No hay rocas, hay agua y hay suelo. Sí, todos estos son seres no vivos o factores abióticos que digamos que se relacionan con esos seres vivos. Hay factores abióticos que son muy importantes para ellos. Por ejemplo, el agua. El agua es un factor muy importante para los animales, para los seres vivos, para las plantas. Sin agua. Estos, pues, ustedes saben que todos los seres vivos sin agua nos podríamos extinguir.

00:21:08

Docente Investigador: Es por eso la importancia del agua también como un elemento fundamental para la vida de los seres vivos. Si bien voy a hablar un poquito más de los factores bióticos que son los animales o los seres vivos, no solamente animales. No hay todo tipo de seres vivos. Entonces, en primera instancia tenemos a los productores. ¿Alguien sabe cuáles son los productores?

00:21:36

Docente Investigador: ¿Cuáles eran los seres vivos que son productores? Ninguno sabe cuáles son los productores. Bien, vamos a darle clic acá para recordar cuáles son los productores. Productores son las plantas, cierto, plantas y todos los que producen los alimentos, esos son los productores. Después encontramos consumidores primarios, sí, que son los que se alimentan de las plantas, los que se alimentan del de la hierba, la mariposita, la vaca. Cierto.

00:22:12

Docente Investigador: consumidores secundarios los que se alimentan ya de estos consumidores primarios, pero también algunos se alimentan también de plantas. Si entonces tenemos por acá un hipopótamo, sí, una serpiente, sí, también tenemos un águila. Sí, diferentes tipos de seres vivos que se alimentan de los primarios. Y por último, tenemos descomponedores que podrían ser, en el caso de los de los cuerpos de sí, de las aves carroñeras. Y también tenemos a los hongos. Los hongos son una especie de descomponedores. Es porque cuando un animal se muere, cuando una planta se muere, pues ella cae al suelo y los hongos ayudan a descomponer ese ese animal. Entonces, esas son como algunos de los elementos que podemos encontrar en un ecosistema y sus divisiones de acuerdo a su forma de alimentarse.

00:23:07

Docente Investigador: Habíamos hablado de que algunos animales no me decían Polo Sur, Polo Norte, profesor en la sabana. Bueno, acá nosotros en Colombia tenemos, eh, con sistemas terrestres principalmente desiertos selva, llanura, Nevado, y Páramos si ven las figuritas que están acá. Acá nos describen dónde se encuentran esos ecosistemas distribuidos en el mapa de Colombia. Entonces, ¿dónde hay selva? Sí, selva tenemos por acá en el, en el, en la región andina sí. Tenemos una estrellita que es desierto en el desierto por acá a veces el desierto del Tatacoa.

00:23:46

Docente Investigador: Si tenemos acá un hexágono, eso quiere decir que por acá hay selva. Sí, sobre todo en el Amazonas. Ya sabemos que es zona selvática. Bueno, y también tenemos ecosistemas acuáticos, como el manglar. Sí, ríos, lagos, lagunas y mares. Nosotros en Colombia tenemos diferentes tipos de ecosistemas y de verdad que son muy, muy adecuados.

00:24:13

Docente Investigador: Si continuamos por acá hablando acerca. Bueno, esta idea o no lo podemos ver debido a factores de tiempo. Ustedes ahorita tienen una la izada de bandera, entonces pues vamos a tratar de agilizar bien, vamos a seleccionar acá un ecosistema y ustedes me van a decir qué seres vivos pertenecen a ese ecosistema les por la selva. ¿Cuáles eran los los que irían acá en la selva? Cuáles podrían ser

00:24:46

Speaker 15: el Leon El árbol

00:24:50

Docente Investigador: Perfecto y el árbol correcto, viendo más bien perfecto, vamosnos para.La zona ártica.

00:25:02

Speaker 30: El oso polar, el pingüino

00:25:06

Speaker 30: y el oso polar fácilmente podemos identificar que esos son los que soportarían esas esas condiciones.

00:25:14

Docente Investigador: Entonces, condiciones el polo del polo o de los árticos bien y para el desierto, o cuáles podrían soportar las condiciones del desierto

00:25:25

Speaker 41: y el cactus camello y el cactus, porque sus espinas le permiten conservar agua.

00:25:34

Docente Investigador: Es cierto, lo somos. Bien. Vámonos para la ciudad. ¿Cuáles son animales que podemos domesticar?

00:25:43

Speaker 47: El perrito y el científico ese

00:25:52

Docente Investigador: cierto. Nosotros estamos en las y nos falta únicamente el mar en el mar que podamos encontrar

00:26:00

Speaker 25: las ballenas y las algas.

00:26:02

Speaker 47: una ballena y las algas.

00:26:06

Docente Investigador: Perfecto. Una ballena. Un tipo de ballena que es la orca. Ciertamente. Bien. Bueno, finalizamos con una pequeña. Le voy a mostrar una pequeña simulación. S

00:26:29

Docente Investigador: Voy a mostrar una pequeña simulación que nos ayuda a entender un poquito mejor cómo se relacionan los animales con el medio. Les voy a pedir que me den unos segundos.

Que está cargando acá el programa. Un poco demorado. Y usted ya vamos a abrir a cal el programita. Vamos a mirar. Denmen un segundito, vamos a renunciar acá. Bien, eh? Si ustedes se fijan acá. Voy a aumentar un poquito acá. Acá vamos a ver tres elementos y el agua principalmente. Y lo de verde significa pues árboles. Los conejitos? Sí. Entonces, pues vamos a ver la relación que hay entre estos. Sí. Recuerden que para todos los seres vivos es indispensable que haya agua, pero el agua, a su vez, depende de la cantidad de árboles que estén. Sí. Y pues sino, si hay conejitos que no, que no reciban agua, pues probablemente van a morir. Entonces acá no este, este. Este modelito nos explica un poco el comportamiento de lo que ocurre, digamos cuando tenemos presencia de agua y si la cantidad de agua es acorde, entonces voy a. voy a mostrarles lo que pasaría. Fíjense que y al haber buena proliferación de agua, pues hay reproducción de esos conejitos. Sí, y pues los conejitos que quedan acá, que se empiezan a salir del del lugar donde está el agua, pues empiezan a morir. Entonces no tenemos un crecimiento muy amplio esa de esa especie.

00:29:15

Docente Investigador: Sí. Entonces, pues bueno, vamos a recrear otro, otra, otra. Otro panorama. Bien, eh? En eso consiste, digamos un poco, eh? Lo que teníamos que ver. Quiero que a manera de conclusión, si alguno tiene la posibilidad, eh, digamos, me diga, me contestemos nuevamente a la pregunta que hicimos en un comienzo. ¿E relacionada con qué? ¿Por qué puede desaparecer una especie ya de acuerdo con todo lo que vivimos acá, como a modo de resumen? De pronto alguno que no haya hablado. Ninguno, a modo de conclusión. ¿Cómo puede desaparecer? ¿Por qué puede desaparecer una especie?

00:30:23

Speaker 17: Una especie puede desaparecer...

00:30:27

Speaker 51: Cambiar una especie puede desaparecer. Por ejemplo, porque la causa, la causa mucho. O que, como en el ejemplo, los conejos que llevan otro, lo que no tienen nada para tomar o comer y si mueren es

00:30:44

Docente Investigador: Exacto, por alimento, por, por, por condiciones, digamos, del clima, también pueden desaparecer. Muy bien,

00:30:50

Speaker 52: porque animales salvajes se comen a los Inofensivos.

00:30:54

Docente Investigador: Correcto, porque hay de pronto una gran cantidad de depredadores.

00:31:03

Speaker 53: Porque el hombre es también de hábitat, porque cambian de hábitat, porque cambian polar, porque si al oso polar lo mueven a algún otro lugar, como al hacer donde se genere porque esta hecho para el frío no para un clima como el de la selva.

00:31:24

Docente Investigador: Él está adaptado a unas condiciones climáticas ya y preexistentes y él tiene todo un proceso de adaptación a ese lugar.

Apéndices F. Formato de consentimiento

Consentimiento informado padres o acudientes de estudiantes

Piedecuesta, Santander

Yo _____

_, mayor de edad, () madre, () padre, () acudiente o () representante legal del estudiante _____ de ____ años

de edad he (hemos) sido informado (s) acerca de la grabación de video de las practicas educativas, las cuales se requieren para que el docente investigador realice un proyecto de investigación relacionado con la competencia explicativa en el área de ciencias naturales con propósitos de mejora o potenciación de habilidades.

Luego de haber sido informado(s) sobre las condiciones de la participación de mi (nuestro) hijo(a) en la grabación, resuelto todas las inquietudes y comprendido en su totalidad la información sobre esta actividad, entiendo (entendemos) que:

- La participación de mi (nuestro) hijo(a) en este video o los resultados obtenidos por el docente en la investigación no tendrán repercusiones o consecuencias en sus actividades escolares, evaluaciones o calificaciones en el curso.
- La participación de mi (nuestro) hijo(a) en el video no generará ningún gasto, ni recibiremos remuneración alguna por su participación.

- No habrá ninguna sanción para mi (nuestro) hijo(a) en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad de mi (nuestro) hijo(a) no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia de la práctica educativa del docente.
- Las entidades a cargo de realizar la investigación y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes de mi (nuestro) hijo(a) y el uso de estas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de investigación.

Atendiendo a la normativa vigente sobre consentimientos informados. Y de forma consciente y voluntaria

() DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO () NO DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO

Para la participación de mi (nuestro) hijo (a) en la grabación del video de práctica educativa del docente investigador por medio de la plataforma Teams recurso de comunicación sincrónica de la institución.

Lugar y fecha: _____

FIRMA MADRE

CC/CE:

FIRMA PADRE

CC/CE:

FIRMA ACUDIENTE O REPRESENTANTE LEGAL

CC/C

Apéndice G. Matriz del análisis categorial de las transcripciones a las grabaciones de las sesiones

Categoría central (Codificación tercer nivel)	Definición de la categoría central	Codificación segundo nivel (Código axial)	Codificación primer nivel (Código abierto)	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)	Memo analítico (Insumos para triangular párrafos)
Mediación pedagógica del docente en clases integradas con DS	Es el rol que cumple el profesor en la intervención pedagógica, caracterizado como un docente guía u orientador del proceso metodológico, pero a su vez crítico de la praxis, que ejecuta acciones que promuevan la	A. Mediación pedagógica en clases integradas con DS B. Actividades que aportan al desarrollo de la competencia explicativa. C. Interacción del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. D. Dificultades en el	1. Participación de los estudiantes. 2. Explicaciones de los estudiantes. 3. Preguntas del mediador. 4. Explicaciones del docente. 5. Aclaraciones	Estudiante: “profe. A mí en la tela me pasó que primero es lento y después como que se vuelve más rápido. O sea, primero es un poco lento y después coge velocidad”. (1.C) Estudiante: “Profe, a veces los seres humanos, a veces no tenemos compasión de los animales y los matamos. Y a veces como matamos tantos animales de esa especie, van a estar en peligro de extinción” (2.C) Docente Investigador: “¿Alguien quiere	En la mediación del profesor la dinámica de los fenómenos fue cambiante, por lo que los modelos y actividades no podían estar terminadas, porque la misma curiosidad y planteamientos de los estudiantes modificaban sus hallazgos, esto a su vez significa que “los profesores como los

Categoría central (Codificación tercer nivel)	Definición de la categoría central	Codificación segundo nivel (Código axial)	Codificación primer nivel (Código abierto)	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)	Memo analítico (Insumos para triangular párrafos)
de la construcción explicativa.	la construcción del conocimiento científico.	proceso de enseñanza aprendizaje.	mediador as.	recordar porque uno, ... uno de los fluidos se posa debajo y por qué el otro se posa encima?” (3.A)	estudiantes siempre estarán aprendiendo de los problemas, los fenómenos y las disciplinas e igualmente siempre estarán aprendiendo a aprender y aprendiendo DS” (Andrade y Gómez, 2009, p. 213).
Interacción del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.	Esta categoría se define como el conjunto de actividades centradas en el estudiante que contribuyen a mejorar el desarrollo de la competencia explicativa, distribuidas en los distintos	E. Fuentes de información o de consulta.	6. Actividad de simulación.	Docente investigador: “Entonces vamos a simular que es lo que puede llegar a pasar si ya en este momento fíjense que acá las trayectorias yo puse agua y vapor porque ya no solamente vamos a tener agua, sino también va por el vapor. Exacto, entonces por eso yo	
			7. Actividad de exploración.	simular que es lo que puede llegar a pasar si ya en este momento fíjense que acá las trayectorias yo puse	
			8. Fuentes de información o consulta.	agua y vapor porque ya no solamente vamos a tener agua, sino también va por el vapor. Exacto, entonces por eso yo	
			9. Actividad de construcción teórica.	incluí las dos. Entonces yo le doy acá y voy a mirar a ver qué pasa. Fíjense entonces si tenemos un modelo así en un comienzo la temperatura no alcanza a ser ideal para que ella se evapore” (4.A)	Una habilidad que se hizo manifiesta fue el pensamiento dinámico en donde el estudiante “identifica patrones de
			10. Actividad de		

Categoría central (Codificación tercer nivel)	Definición de la categoría central	Codificación segundo nivel (Código axial)	Codificación primer nivel (Código abierto)	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)	Memo analítico (Insumos para triangular párrafos)
	momentos de las sesiones de clase.		experimentación.	Docente Investigador: “Si en este caso ninguno de los métodos nos serviría para separar el agua. Si existen algunos métodos para separar los componentes del agua, el oxígeno y que digamos el hidrógeno si existe, pero en esta ocasión no estamos viendo ninguno que nos separe en sustancias puras. Entonces esta no se podría separar.” (5.A)	comportamiento y observación de patrones de cambio en el tiempo, más que eventos aislados (Andrade y Gómez, 2009, p. 210)”, en la interacción con los modelos algunos de los siguientes diálogos representan este pensamiento: DI: Pero cuando el agua llegue a 100 grados, fíjense qué pasa con el agua.
	Son las voces de los estudiantes a lo largo del proceso de enseñanza aprendizaje, en las cuales se reflejan dudas, preguntas, hipótesis, afirmaciones, observaciones, exposiciones, entre otras		11. Pregunta de los estudiantes.		
			12. Dificultades en el proceso de aprendizaje.		
			13. Intervenciones de apoyo.		
			14. Conexiones entre sesiones.		
			15. Pregunta problema.		
				Bueno, nosotros acá clicamos y nos van a aparecer. Cuántos son las fuerzas, Los	E1: Empieza a bajar y el vapor comienza a... y el vapor

Categoría central (Codificación tercer nivel)	Definición de la categoría central	Codificación segundo nivel (Código axial)	Codificación primer nivel (Código abierto)	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)	Memo analítico (Insumos para triangular párrafos)
	participaciones que evidencian los diferentes matices que se experimentaron durante las sesiones de clase.		16. Exposiciones de los estudiantes. 17. Ejemplos contextuales.	valores, la rapidez. Bueno, eh. En definitiva, pues van a ver. Acá hay como una carretilla con caramelos y vamos a ver qué equipo puede llegar a ganar si utilizamos diferentes tamaños de equipos. Y entonces, por ejemplo, yo subo este, este amigo acá sí y yo por acá pongo. Bueno, digamos que acá puse el más grande, digamos que yo acá pongo a uno de tamaño mediano.” (6.B) Docente Investigador: “Ustedes van a pensar en un objeto y van, pensar en las características que este tiene. O sea, van a pensar también en las características que ese	comienza a subir. E2: Claro, el vapor empieza a crecer también, porque como el agua está disminuyendo El vapor está aumentando Los estudiantes entienden que los estados se comportan de manera inversa y comprenden esta relación que hace que mientras uno aumenta el otro disminuya o viceversa.

Categoría central (Codificación tercer nivel)	Definición de la categoría central	Codificación segundo nivel (Código axial)	Codificación primer nivel (Código abierto)	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)	Memo analítico (Insumos para triangular párrafos)
				tiene las mismas características que les mencioné. ¿Yo dejé de compartir pantalla, cierto? Bueno, les voy a volver a compartir para que recordemos esas mismas características. Sí, entonces vamos a pensar en esas características, en esas características. Pensamos el objeto clave o el color, la forma, el olor, la textura, dureza y estado físico.” (7.B) Video: “En todas las actividades que se realizan está involucrada la fuerza. ¿Pero que es fuerza? Una fuerza. Esta acción que ejerce un cuerpo sobre otro con la capacidad de deformar	Otra categoría central que esta involucrada con el proceso de enseñanza aprendizaje y los aportes del pensamiento dinámico sistémico es la interacción del estudiante en el proceso de aprendizaje, el estudiante dejó de cumplir un rol pasivo en proceso pasando a contribuir con explicaciones, opiniones, ideas, propuestas, preguntas (entre compañeros y al profesor)

Categoría central (Codificación tercer nivel)	Definición de la categoría central	Codificación segundo nivel (Código axial)	Codificación primer nivel (Código abierto)	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)	Memo analítico (Insumos para triangular párrafos)
				un cuerpo o modificar su estado de reposo o movimiento.” (8.E) Docente Investigador: “Entonces. Bueno, esa era como la actividad. Sí. Entonces. Y vamos a ver un vídeo relacionado con un poco el tema de la fuerza para ello. Pues te voy a pedir que estamos muy atentos porque después vamos a retomarlo y vamos a plantearnos algunas cuestiones con respecto a ese videito. Entonces los invito a estar muy atentos.” (9.B) Docente investigador: “¿Te pasó algo diferente? ¿Te pasó algo distinto a lo que le ocurrió a tu compañero? -	fijando una postura y asumiendo un rol significativo en el proceso. Así se pone de manifiesto en la siguiente expresión: E: Por ejemplo, algo está en movimiento y por ejemplo lo que le pasó, que el carro estaba en movimiento y frenó porque el conductor frenó y eso como que hizo parar el carro y el bus hizo una fuerza y hizo una fuerza para que se

Categoría central (Codificación tercer nivel)	Definición de la categoría central	Codificación segundo nivel (Código axial)	Codificación primer nivel (Código abierto)	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)	Memo analítico (Insumos para triangular párrafos)
				Estudiante: “Lo mismo el agua y el agua por la tapa. Si el vapor se regresa y así se demora más, entonces no ya me lo esperada...” (10.B) Estudiantes: “Profe en unas ocasiones, de que el vapor no haya salido de la olla, ¿ha estallado?” (11.C) Docente Investigador: Gabriel Sierra Cuéntanos cuál se demoró más, cuál se demoró más en evaporar el agua, - Estudiante: yo te voy sincero y no tuve tiempo de hacer el experimento. Entonces nunca supe cuáles fueron los tiempos de las dos ollas. (12.D)	pudieran ir para adelante, porque si no hubiera la fuerza no se pudieran caer ni nada Dentro de su explicación el estudiante soporta su argumento con un ejemplo, hace aproximaciones al fenómeno e intenta plantear hipótesis, su expresión representa el pensamiento científico en donde el estudiante comprende que todos los modelos

Categoría central (Codificación tercer nivel)	Definición de la categoría central	Codificación segundo nivel (Código axial)	Codificación primer nivel (Código abierto)	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)	Memo analítico (Insumos para triangular párrafos)
				Profesor Luis: “Pero momentico, ahora ya voy a colocarla en el link de la presentación que les mostró el profesor Sergio sobre los métodos de separación, sobre los cuatro métodos que vieron para que pronto puedan nos pueda quedar un poco más claro y podamos revisar.” (13.A) Docente investigador: “Bueno, habíamos hecho una encuesta en la primera sesión y en la clase anterior hicimos unos ejercicios”. (14.A) Docente Investigador: “¿Por qué algunas fuerzas que se aplican a	contemplan y operan con hipótesis que son construidas, probadas y refinadas rigurosamente. (Andrade y Gómez, 2009, p. 211)

Categoría central (Codificación tercer nivel)	Definición de la categoría central	Codificación segundo nivel (Código axial)	Codificación primer nivel (Código abierto)	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)	Memo analítico (Insumos para triangular párrafos)
				un cuerpo u objeto no generan movimiento?” (15.A) Estudiante: “Pues. Un ejemplo de una mezcla homogénea sería una mezcla homogénea. Es como el café, porque no podemos ver más o menos no como decirlo, de lo que de lo que está formado. O sea. Por ejemplo, si el café está formado de granos y luego lo hacen como esas cosas que se le echan al agua. Sería como que luego una mezcla que se mezclan.” (16.C) Docente Investigador: “Es mover uno, pero le aplicas una fuerza insuficiente. Por ejemplo, quiere levantar una, una pesa,	

Categoría central (Codificación tercer nivel)	Definición de la categoría central	Codificación segundo nivel (Código axial)	Codificación primer nivel (Código abierto)	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)	Memo analítico (Insumos para triangular párrafos)
				una pesa de 60 kilos. Intentas levantarla con una sola mano. ¿Será que le alcanza a uno la fuerza?” (17.A)	

Apéndice H. Prueba final

Prueba final sobre concepciones de la competencia explicativa

Esta prueba se realizará después de aplicar un estudio sobre la competencia explicativa que se llevó a cabo en una Institución Educativa de Piedecuesta con estudiantes de grado cuarto. Por ello, agradezco el diligenciamiento de la misma, cuyo contenido será manejado confidencialmente para propósitos exclusivos de la investigación. No existen respuestas correctas ni incorrectas, por lo cual conteste sinceramente a cada una de las preguntas. Por favor tenga en cuenta no dejar preguntas sin responder.

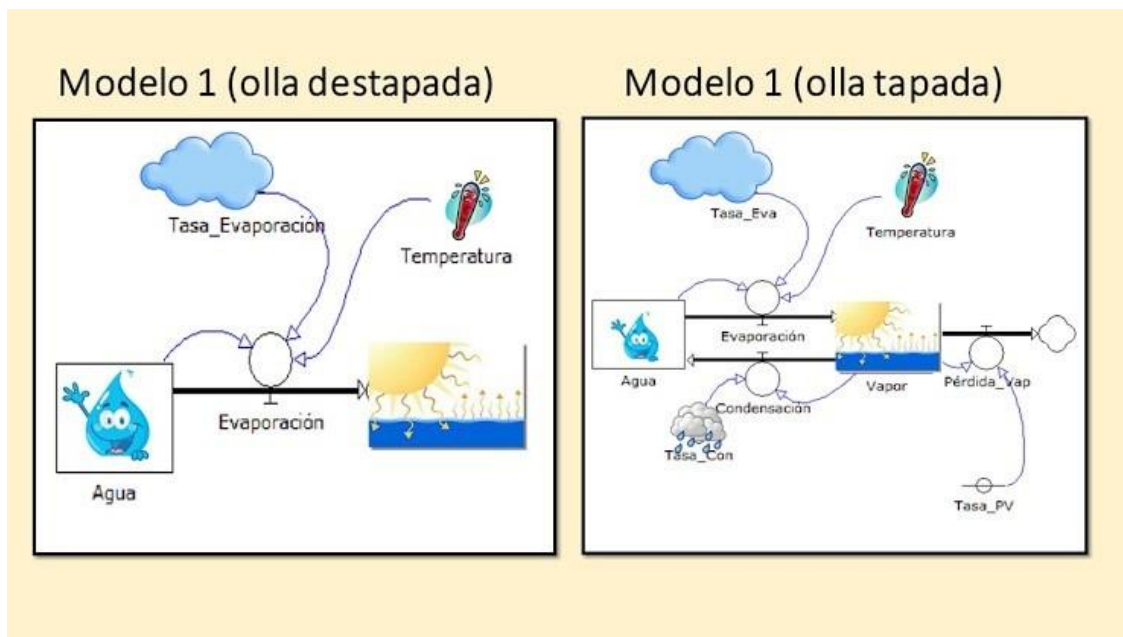
Su colaboración será valiosa para este estudio y para fortalecer los procesos educativos. ¡Muchas gracias!

I. Información general

- **Nombre:** _____
- **Edad:** _____
- **Género:** _____
- **Grado:** _____

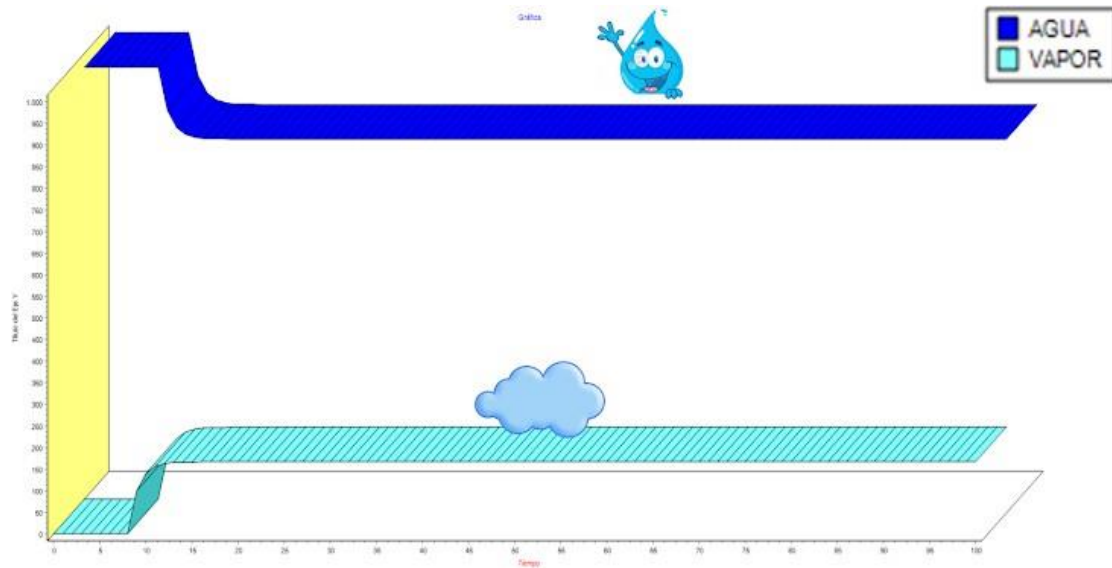
II. Concepciones del aprendizaje de la competencia explicativa

1. En las sesiones previas a clase se hizo un experimento en el cual se puso agua a calentar en un recipiente con tapa y otro sin tapa, se pidió que hicieran observaciones y registraran el tiempo en el cual se evaporaba el agua en cada recipiente con ayuda de un cronómetro. Los siguientes modelos explican lo que ocurre en los experimentos realizad



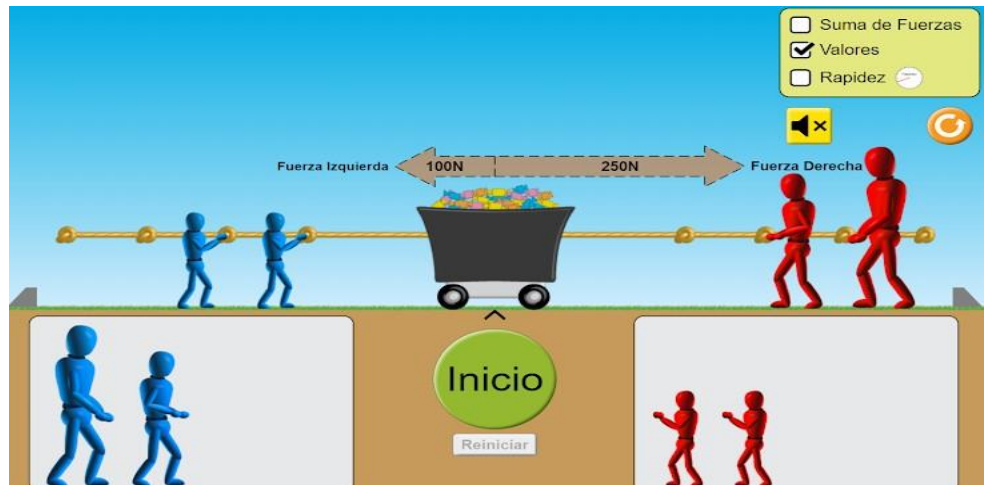
De acuerdo con la imagen, ¿Por qué se desocupa más rápido el recipiente con la olla destapada?

2. En uno de los modelos sobre el experimento de las ollas y el agua trabajado en clase, suponíamos que no se perdía vapor. En este modelo obteníamos la siguiente gráfica:



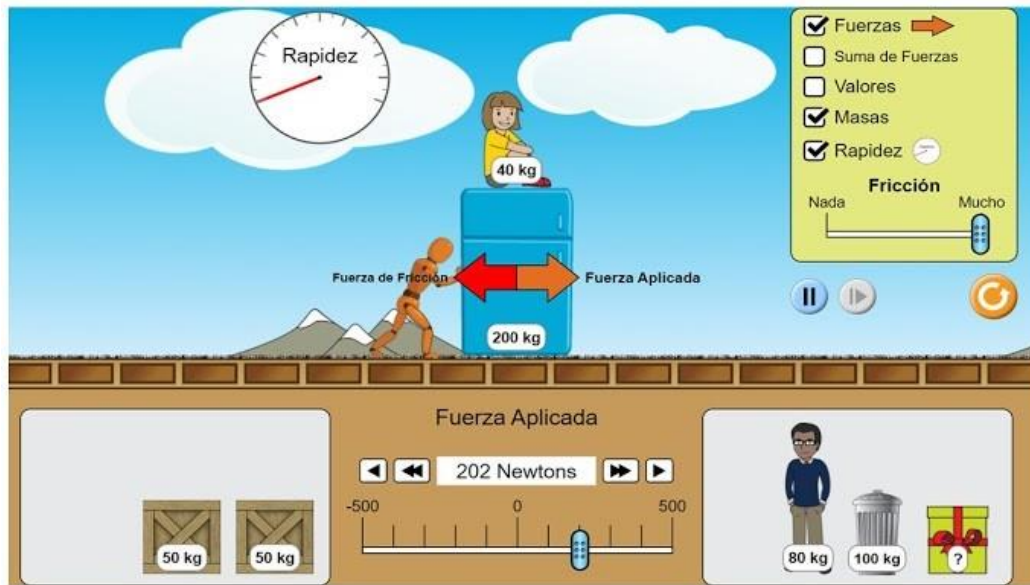
¿Por qué sucedía este comportamiento del agua y el vapor a lo largo del tiempo?

3. En las clases de ciencias naturales relacionadas con el tema de fuerza, se practicó con un simulador que permite recrear competencias entre dos equipos. Observa la siguiente imagen:



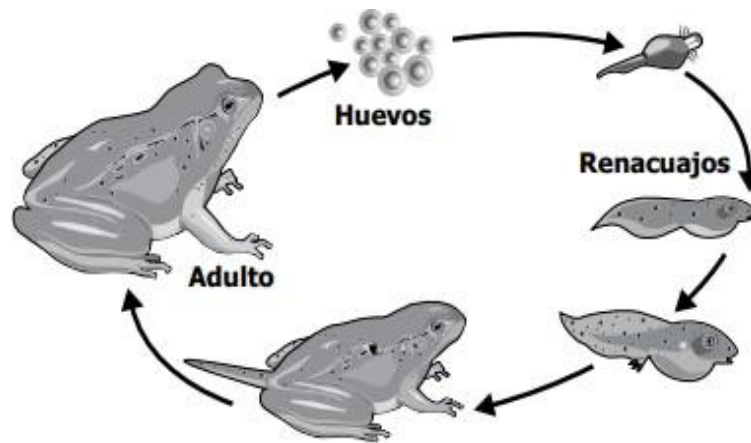
¿Qué pasaría si se inicia la competencia? ¿Por qué sucede esto?

4. En la siguiente imagen se representa una situación en la cual un sujeto intenta mover una masa de 240 Kg, el sujeto aplica una fuerza de 202 Newtons que no son suficientes para mover la nevera y la niña.



¿Por qué consideras que el sujeto no puede moverlas? ¿Qué modificaciones podrías hacer para que el sujeto mueva esa misma masa de 240 Kg?

5. En la siguiente figura se presentan las etapas del ciclo de vida de una rana.



En un estanque donde hay una población de ranas, un hombre coloca varios peces y estos peces se alimentan únicamente de los renacuajos pequeños. Con el tiempo, las ranas del estanque pueden desaparecer. ¿Por qué podría pasar esto?

Enlace: <https://forms.gle/pB4xDU6HVgHDQoYH6>