Proyecto Escolar de Enfoque Sistémico y Construcción de Conocimiento Soportado en TIC para el uso Eficiente de la Energía en los Procesos de Cocción de Alimentos

Carlos Andrés Pérez Reyes

Trabajo para optar el título de Magíster en Informática para la Educación

Director

Hugo Hernando Andrade Sosa

Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática

Codirector

Gina Paola Maestre Góngora

PhD en Ingeniería de Sistemas y Computación

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia

Escuela de Ingeniería de Sistemas

Escuela de Educación

Maestría en Informática para la Educación

Bucaramanga

2021

Agradecimientos

A Dios por sus bendiciones.

A mi familia por su apoyo incondicional, especialmente a mi hermana Algenis Pérez quien con su apoyo constante ha contribuido en la consecución de este objetivo

Al profesor Hugo Hernando Andrade Sosa por ser guía y compartir sus conocimientos en mi formación personal y profesional.

Al grupo SIMON de investigación y todos sus integrantes por ser fuente de apoyo para terminar con éxito este trabajo de investigación.

A los profesores de la Maestría en Informática para la Educación por todas las ideas y conocimientos compartidos.

A mis amigos por su ánimo y apoyo.

Contenido

Pág.

Introducción 11

1. Problema de Investigación 13

1.1 Caracterización y formulación de la problemática educativa y pedagógica de investigación. 13

1.2 Argumentación de la Pertinencia Educativa de la Problemática de Investigación. 16

2. Objetivos 19

2.1 Objetivo General 19

2.2 Objetivos Específicos 19

3. Marco Referencial 20

3.1 Antecedentes de Investigación 20

3.1.1 Referentes Internacionales 20

3.1.2 Referentes Nacionales 21

3.2 Marco Teórico 23

3.2.1 Por una Nueva Educación "Un Cambio de Pensamiento" 23

3.2.2 Pensamiento Sistémico (PS) un Camino al Aprendizaje Significativo 29

3.2.3 Modelado y Simulación el Proceso de Construcción y Reconstrucción del Conocimiento Bajo el Enfoque de la Dinámica de Sistemas 34

3.2.4 Educación Energética, una Posible Solución a los Problemas de Sostenibilidad 37

4. Diseño Metodológico de la Investigación 39

4.1 Contextualización de la Investigación 39

4.2 Enfoque Metodológico de la Investigación 39

4.3 Fases Propuestas para el Desarrollo de la Investigación 41

4.3.1 Fase I Situación Problemática –Definición Raíz 41

4.3.2 Fase II: Propuesta Educativa 43

4.3.3 Fase III: Comparación Realidad – Modelos Conceptuales 47

4.3.4 Fase IV: Planeación 48

4.3.4.1 Clases Integradas con DS. 49

4.3.4.2 Modelos de Complejidad Crecientes Empleados en la Propuesta Educativa. 50

4.3.5 Fase V Ejecución 59

4.4 Instrumentos para la Recolección de Información 59

4.4.1 Instrumentos Basados en el Análisis de Documentos Recolectados 60

4.4.2 Técnicas de Recolección de Información Basadas en Medios Audiovisuales 60

4.4.3 Instrumentos Basados en la Observación 60

4.5 Análisis de la Información 61

4.5.1 Categorías de Análisis de la Investigación 61

5. Análisis de Resultados 62

5.1 Análisis de Resultados Momento 1 63

5.2 Análisis de Resultados Momento 2 73

5.3 Análisis de Resultados Momento 3 90

5.4 Análisis de Resultados Momento 4 96

6. Conclusiones 99

7. Recomendaciones 102

Referencias Bibliográficas 105

Apéndices 110

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1. *Metodología de Investigación Acción* 40

Figura 2. *Pintura Enriquecida Situación Actual* 42

Figura 3. *Imagen Enriquecida de la Situación Deseada en el Contexto de las TIC y con TIC* 45

Figura 4. *Estrategia Pedagógica para el Desarrollo de la Unidad Didáctica "La Cocina un Lugar para Cambiar el Mundo"* 46

Figura 5. *Modelo Entrada - Salida* 51

Figura 6. *Modelo 1 ¿Cómo Fluye el Calor?* 51

Figura 7. *Simulación Modelo 1 ¿Cómo Fluye el Calor?* 52

Figura 8. *Modelo 2 Aumento de Temperatura en Función del Suministro de Calor* 53

Figura 9. *Simulación Modelo 2* 53

Figura 10. *Modelo 3 Aumento de Temperatura en Función del Suministro de Calor con Perdidas* 54

Figura 11. *Simulación Modelo 3* 55

Figura 12. *Modelo 4 Evaporación de un Líquido* 55

Figura 13. *Simulación Modelo 4* 56

Figura 14. *Modelo 5 Olla Destapada* 57

Figura 15. *Simulación Modelo 6* 57

Figura 16. *Modelo 6 Olla Tapada*..... 58

Figura 17. *Simulación Modelo 6*..... 59

Figura 18. *Resultados Obtenidos en la Primera Pregunta de la Encuesta.* 63

Figura 19. *Resultados Obtenidos en la Segunda Pregunta de la Encuesta*..... 65

Figura 20. *Resultados Obtenidos en la Tercera Pregunta de la Encuesta.* 67

Figura 21. *Resultados Obtenidos en la Cuarta Pregunta de la Encuesta.* 69

Figura 22. *Receta General para Cocción del Arroz* 72

Figura 23. *Alternativa 1 "Receta de Cocción del Arroz Haciendo Uso Eficiente de la Energía"*94

Figura 24. *Alternativa 2 "Receta de Cocción del Arroz Haciendo Uso Eficiente de la Energía"*95

Lista de Apéndices

Pág.

Apéndice A Planeación pedagógica de la Unidad didáctica “la cocina un lugar para cambiar el mundo”..... 110

Apéndice B. Encuesta Inicial ¿Cómo cocina usted y por qué?..... 123

Apéndice C. Esquema del texto instructivo “como cocinar el arroz”..... 124

Apéndice D. Rutina de pensamiento “Antes pensaba – Ahora pienso” 126

Apéndice E. Secuencia didáctica actividad 3 127

Apéndice F. Secuencia didáctica actividad 4..... 135

Apéndice G. Diario de Campo..... 162

Apéndice H. Análisis categorial 1. 170

Apéndice I. Análisis categorial 2. 178

Apéndice J. Consentimiento informado..... 193

Apéndice K. Consentimiento informado de los estudiantes. 194

Apéndice L. Propuesta educativa general..... 195

Resumen

Título: Proyecto escolar de enfoque sistémico y construcción de conocimiento soportado en TIC para el uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de alimentos[*]

Autor: Carlos Andrés Pérez Reyes[**]

Palabras Clave: Ciencias Naturales, Aprendizaje Significativo, Pensamiento, TIC, Dinámica de Sistemas, Pensamiento Sistémico, Modelado y Simulación, Software EVOLUCIÓN

Descripción:
La International Energy Agency expone que el 17% de las emisiones globales de dióxido de carbono CO_2 las aportan los hogares (2016). Es por ello que, el propósito de esta investigación es transformar las prácticas pedagógicas en el área de ciencias naturales a través del diseño y la implementación de una propuesta educativa de enseñanza y aprendizaje del uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de alimentos, llamada "la cocina un lugar para cambiar el mundo".

La investigación parte del análisis de la información recopilada en un instrumento de exploración de modelos mentales predominantes que presentan los estudiantes, frente al concepto de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor, que permitió el diseño de la secuencia de actividades de la unidad didáctica, fundamentada en una visión holista soportada en la dinámica de sistemas y el aprendizaje significativo como estrategia para reconstruir los modelos mentales predominantes en la población estudiantil y generar un aprendizaje contextualizado.

Esta propuesta pedagógico investigativa, se desarrolló con los estudiantes de educación media en una institución educativa del municipio de Cimitarra en Santander Colombia y está estructurada con un enfoque sistémico, que permite la construcción del conocimiento usando como mediador tecnológico principal el software EVOLUCIÓN en conjunto con recursos TIC, que permitan vincular el conocimiento científico con la entorno real del estudiante dando significado a lo que aprende y permitiéndole ser un actor de cambio en su entorno cultural.

[*] Trabajo de Grado

[**] Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Escuela de Ingeniería de Sistemas, Escuela de Educación. Director: Hugo Hernando Andrade Sosa. MagÍster en Informática. Codirector: Gina Paola Maestre Góngora. Ph.D. en Ingeniería de Sistemas y Computación

Abstract

Title: School Project whit a systemic approach and construction of knowledge supported by ICT for the efficient use of energy in food cooking processes*

Author: Carlos Andrés Pérez Reyes**

Keywords: Natural Sciences, Meaningful Learning, Thinking, Systems Thinking, ICT, Modeling and Simulation, EVOLUCION Software

The International Energy Agency states that 17% of global CO2 carbon dioxide emissions are contributed by households (2016). That is why; this research aims to transform pedagogical practices in the area of natural sciences through the design and implementation of an educational proposal for teaching and learning about the efficient use of energy in food cooking processes, called "the kitchen a place to change the world."

The research includes the information analysis, collected of a survey of predominant mental models presented by the students, compared to the concept of a change of state of a substance based on the supply of heat, which allowed the design of the sequence of activities of the didactic unit, based on a holistic vision supported by the systems dynamics and meaningful learning as a strategy to reconstruct the predominant mental models in the student population and generate contextualized learning.

This pedagogical proposal was developed whit high school students in the municipality of Cimitarra in Santander Colombia and is structured with a systemic approach, which allows the construction of knowledge using the EVOLUCION software as a main technological mediator in conjunction whit resources ICT, which allow linking scientific knowledge whit the real environment of the student given meaning to what he learns and allowing him to be an actor of change in his cultural environment.

* Degree work

** Institute for Regional Projection and Distance Education. School of Systems Engineering, School of Education. Director: Hugo Hernando Andrade Sosa. Master in Computer Science. Co-director: Gina Paola Maestre Góngora. Ph.D. in Computer and Systems Engineering

Introducción

El presente trabajo de investigación surge con el ánimo de atender una problemática nacional relacionada con el uso no eficiente de la energía al cocinar y tiene como propósito principal realizar una transformación del currículo y la didáctica de la enseñanza de las ciencias naturales del grado octavo, el desarrollo de los procesos de aprendizaje de los estudiantes al interior del aula y además, modificar con base en el conocimiento científico, algunas creencias culturales que los estudiantes tienen respecto a los procesos de cocción, a través, de un proyecto escolar con enfoque sistémico en el contexto de las TIC, que relaciona y permite extrapolar el conocimiento científico adquirido al interior del aula con la vida y la cotidianidad de los estudiantes y sus familias, siendo el eje fundamental del proyecto el concepto de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor (evaporación). Esto para desarrollar en los estudiantes habilidades científicas que les permitan reducir el impacto ambiental mediante la implementación de los conocimientos científicos de manera eficiente y eficaz.

Por esto, se implementó una propuesta de investigación acción que permitió promover la construcción de explicaciones científicas bajo los principios del Pensamiento Sistémico (PS) a través del Modelado y la Simulación (MS), todo con el objetivo de generar una sociedad con capacidad para hacer juicios de valor y tomar decisiones de manera informada para adoptar medidas de ahorro, considerando que la producción y el uso de la energía en el mundo juegan un papel importante en varios problemas de sostenibilidad, como por ejemplo el cambio climático y el agotamiento de los recursos.

Además de lo anteriormente expuesto, esta propuesta educativa no solo busca la transformación de las prácticas de aula en el marco de la enseñanza de las ciencias naturales, para que estas propendan firmemente por el desarrollo de procesos enseñanza estructurados y de calidad, sino que pretende que los estudiantes sean los promotores, constructores y evaluadores de su proceso de aprendizaje, se fortalezca en ellos su capacidad de análisis, observación, reflexión, crítica, apertura mental y curiosidad, para que ellos sean quienes empiecen de manera progresiva a generar cambios al interior de sus hogares en pro del mejoramiento de la calidad de vida de sus familias, con base en la implementación progresiva y adecuada de los conocimientos científicos del saber hacer, con fundamento en el saber, aplicado en el contexto cultural.

1. Problema de Investigación

1.1 Caracterización y Formulación de la Problemática Educativa y Pedagógica de Investigación.

En el contexto del modelo educativo colombiano, se evidencia un problema general en el aprendizaje de las ciencias, generado por la imagen negativa, difícil y aburrida, que el estudiante tiene sobre las ciencias de la naturaleza. Entre las causas de esta problemática podemos resaltar: (a) un currículo recargado, fragmentado y alejado de la realidad, (b) contenidos netamente teóricos sin aplicación a la vida, (c) la escasa comunicación de la ciencia a la sociedad (Manassero Mas, Vazquez , & Acevedo Díaz , 2005).

Abordando esta problemática desde un punto más específico y teniendo en cuenta que uno de los ejes fundamentales del programa general de ciencias naturales es el uso eficiente de la energía, enfocado al consumo mínimo de la misma para obtener iguales beneficios en el desarrollo de procesos que la requieran, es fundamental y necesario que los aprendizajes se aborden desde la cotidianidad y desde las realidades propias del contexto en el cual están inmersos los estudiantes, para que se genere un impacto real y que al desarrollar de manera efectiva este tipo de procesos, se promueva el modelo de desarrollo sostenible en la sociedad.

Sin embargo, las prácticas tradicionales para el aprendizaje de las ciencias naturales no están orientadas a promover los procesos planteados, lo cual conllevan a que el estudiante no desarrolle la capacidad de contextualizar y aplicar el conocimiento adquirido. Esto se evidencia en el uso no eficiente de la energía en el ambiente doméstico, puntualmente, al abordar el desarrollo teórico y práctico de un proceso tan cotidiano como la cocción de alimentos, reflejando que se

aprende sin significado, pues los estudiantes tienen en su imaginario, que a mayor uso de energía (calor al cocinar), se obtiene una cocción más rápida de los alimentos.

Lo anterior ocurre pese a que, el programa de ciencias naturales, en los grados tercero de primaria, séptimo y décimo de secundaria se abordan temas relevantes como el cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor, con explicaciones elementales y suficientes para decidir un operar eficiente al desarrollar los procesos de cocción, mostrando que la metodología y las estrategias pedagógicas implementadas para desarrollar los procesos de aprendizaje de este tema, no son suficientemente acertadas para promover la construcción del conocimiento, el desarrollo de procesos de pensamiento crítico-reflexivo y por ende la aplicación correcta del conocimiento en la cotidianidad.

Es por ello, que los procesos de aprendizaje de las ciencias naturales en Colombia demandan la búsqueda de alternativas de formación en las que el educando sea un agente activo que encuentre sentido y utilidad (conceptos teóricos y explicaciones científicas) a lo que aprende en el aula; que promueva un aprendizaje de la ciencia con significado e impacto social. Es decir, crear un vínculo entre la escuela y la vida (individuo – entorno) promoviendo el crecimiento personal del alumno en el marco cultural al cual pertenece, a partir de aprendizajes que generan cambios sustanciales en la persona y en su entorno (Díaz Barriga, 2006, pág. 3). Para ello es necesario el compromiso de todos los actores del proceso educativo, ya que involucra la toma de decisiones tanto curriculares como didácticas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone a la Institución Educativa del municipio de Cimitarra Santander, que inicie la transformación del currículo y la didáctica de la enseñanza de las ciencias naturales del grado octavo, a través, de un proyecto escolar de educación para el consumo de energía con enfoque sistémico que relacione el conocimiento del aula con la vida,

iniciando con la experiencia que aquí se presenta, que tiene como eje fundamental el concepto de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor (evaporación) en el proceso de cocción de los alimentos.

En el contexto de esta propuesta se busca involucrar al estudiante en el proceso educativo a través del MS, con el objetivo de formar al alumno para que lleve al hogar el conocimiento que transforme las prácticas culturales no eficientes de consumo de energía, motivando un cambio en su entorno familiar frente al uso eficiente de la energía en el proceso de cocción de los alimentos, generando impactos ambientales (disminución de las emisiones de CO_2) y económicos positivos (menor costo económico en el hogar) contribuyendo con los esfuerzos globales que promueven el Desarrollo Sostenible, establecidos en la Conferencia Climática de París (COP21).

Así, este proyecto busca promover un trabajo colaborativo con la comunidad educativa, motivando a los estudiantes a replicar los aprendizajes adquiridos en su contexto familiar y vinculando directamente en este proceso a sus familias. Cómo una alternativa para aportar a lograr el propósito señalado, se propone el uso de herramientas TIC asociadas a la Dinámica de Sistemas (DS), para promover el proceso de construcción de conocimiento con enfoque sistémico apoyado en el modelado, de tal manera que le permita al estudiante construir y/o recrear el fundamento científico a través de la práctica y con ello experimentar (mediante simulaciones) y aproximar los conocimientos a su contexto, con el objetivo de encontrar respuesta a preguntas como: ¿qué pasaría si cocinamos siempre a fuego bajo?, ¿qué pasaría si realizamos el proceso de cocción aumentando al máximo la intensidad de la llama?, ¿Ahorro energía si siempre cocino con la olla tapada?, ¿Cómo debo regular el suministro de calor para un uso eficiente de la energía?.

Finalmente, la pregunta que orienta la presente investigación es:

¿Cómo promover una cultura del uso eficiente de la energía en el proceso de cocción de los alimentos, a través de un proyecto escolar con enfoque sistémico y en el contexto de las TIC, aplicado al interior de la institución educativa, de forma que, con fundamento en el conocimiento científico se desarrollen buenos hábitos de consumo y de ahorro de la energía que generen impactos positivos el entorno social, económico y ambiental?

1.2 Argumentación de la Pertinencia Educativa de la Problemática de Investigación.

El principal objetivo del área de ciencias naturales en la escuela y de los maestros en su labor de enseñar, es crear las condiciones para que los estudiantes desarrollen habilidades científicas y actitudes que les sirvan como herramientas para explorar y comprender fenómenos (físicos, químicos y biológicos) de tal manera que puedan abordar problemáticas y logren realizar aportes que permitan mejorar, construir y transformar su entorno (Ministerio Nacional de Educación, 2004, pág. 6).

En este sentido, en las últimas décadas, la relevancia de las medidas de eficiencia energética de los hogares (apagar las luces innecesarias, cambio de bombillos y electrodomésticos a tecnologías más eficientes) han aumentado, no solo como política de mitigación, sino también como políticas energéticas claves que pueden mejorar el desarrollo socioeconómico (Zabaloy, Recalde, & Guzowski, 2019, pág. 41). Es por ello que la formación en el uso racional de la energía debe ser uno de los principales objetivos del programa de ciencias naturales en las instituciones educativas del país. Dado que el 17% de las emisiones globales de dióxido de carbono CO_2 las aportan los hogares (International Energy Agency (IEA), 2016), causando impactos negativos significativos en el medio ambiente, que derivan en problemas locales y globales (Nejat,

Jomehzadeh, Taheri, Gohari, & Majid, 2015) como lo cita (Pablo Romero, Pozo Barajas , & Yñiguez, 2016, pág. 342).

En esa medida, el sector de energía residencial es una de las claves para emprender reducciones rápidas de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Pablo Romero, Pozo Barajas , & Yñiguez, 2016). De allí radica la importancia de informar y formar en el uso eficiente de la energía desde la escuela, comprendiendo formalmente cuales son los principios teóricos y explicaciones científicas que rigen el fenómeno de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor (evaporación); con el propósito de que las personas tomen decisiones en la cocina guiadas por el conocimiento; (Andrade & Maestre, 2009, pág. 6)) modificando la manera en que se realizan los procesos de cocción de alimentos en los hogares que permita adoptar medidas de ahorro, considerando que la producción y el uso de la energía en el mundo juegan un papel importante en varios problemas de sostenibilidad, como el cambio climático y el agotamiento de los recursos (Nieves, ariztizábal, Dyner, Báez, & Ospina, 2018, pág. 380).

De conformidad con el acuerdo de París (COP21) se reconoce el cambio climático y sus impactos en el bienestar de las personas (Burleson, 2016, pág. 2). Por ende, la escuela no puede ser ajena ante esta coyuntura y debe plantear estrategias pedagógicas que permitan formar los alumnos en el uso eficiente de la energía y el cuidado del medio ambiente tomando decisiones cotidianas mediadas por explicaciones científicas. Por ejemplo, en situaciones cotidianas como el uso de energía que realizamos durante el proceso de cocción de los alimentos que actualmente está regido por modelos mentales predominantes, tradiciones y creencias que reemplazan la mediación de las explicaciones científicas, determinando un uso ineficiente de la energía al cocinar (Andrade & Maestre, 2009, pág. 2).

Es por ello, que desde la Maestría en Informática para la educación y el grupo de investigación SIMON de la Universidad Industrial de Santander se plantea una propuesta de investigación para ejecutarse en una Institución Educativa de Cimitarra, que tiene como objetivo introducir al desarrollo académico los principios del Paradigma de Pensamiento Dinámico-Sistémico (PPDS), como forma de observar la situación del problema energético-ambiental en un contexto complejo, tal como es la comunidad educativa y la sociedad. Lo anterior, fundado en el desarrollo de un proyecto escolar de enfoque sistémico que permita crear ambientes de aprendizaje que promuevan los procesos de aprendizaje significativo y experienciales empleando recursos TIC, donde se aplique el MS, actividades lúdicas y experienciales en el hogar a la interpretación del problema, para motivar un cambio de esquemas mentales hacia un mejor perfil de consumo de energía en la cocina en la población objetivo de la intervención y en sus familias, generando una disminución de los costes económicos de los hogares, un adecuado uso de los recurso y una disminución del impacto ambiental.

Esta experiencia se espera sea susceptible de adaptarse a otras instituciones educativas de la región y el país, impactando a más personas y multiplicando los efectos que aquí se esperan.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Desarrollar una propuesta de proyecto escolar de enfoque sistémico, en el contexto de las TIC aplicado al grado octavo en una institución educativa, que permita comprender la importancia del uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de alimentos en la vida cotidiana.

2.2 Objetivos Específicos

1. Formular los lineamientos metodológicos que orienten la implementación de la propuesta en el ambiente escolar, aplicando el MS con DS y actividades con componente lúdico como herramienta que permitan integrar la propuesta en el aula de clase con la población objetivo y con la institución.

2. Construir una propuesta para el aprendizaje del uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de alimentos, bajo los principios del PS, empleando herramientas para el MS en ambientes TIC que permita promover la construcción de explicaciones científicas.

3. Ejecutar la propuesta formativa con el colectivo de estudiantes del grado octavo de la institución educativa, mediante la implementación de recursos informáticos que faciliten la experimentación que le permita a los estudiantes la apropiación de explicaciones propias del uso eficiente de la energía en el proceso de cocción de alimentos.

4. Evaluar el desarrollo de la experiencia de aplicación de la propuesta, a través del análisis y sistematización de la información recolectada de las encuestas, diario de campo, grabaciones de audio, entre otros instrumentos, que permitan identificar el impacto de la propuesta en la población

objetivo y las oportunidades de mejoramiento para la formulación de recomendaciones útiles hacia futuras investigaciones.

3. Marco Referencial

3.1 Antecedentes de Investigación

A continuación, se describen los estudios que sirven como antecedentes para el desarrollo de esta investigación, estos son:

3.1.1 Referentes Internacionales

En 2008 los autores (Zografakis, Menegaki, & Tsagarakis, 2008) publicaron un artículo titulado "**Effective education for energy efficiency**" trabajo financiado por "Force for Energy by Children through Education" en el marco del programa "Intelligent Energy Europe" en el cual exponen un proyecto de alfabetización energética a través de un proyecto escolar formativo para todos los grados que componen la primaria y secundaria del sistema educativo griego, implementado en escuelas rurales, urbanas, púbicas y privadas.

El proyecto se realizó por fases; la primera consistió en aplicar a los alumnos un cuestionario antes de asistir a los talleres de formación energética, en la segunda los padres se involucrarán respondiendo el mismo cuestionario. Finalmente, luego de las capacitaciones padres e hijos respondieron de nuevo el mismo cuestionario. Las preguntas fueron diseñadas para determinar si se produjo o no un comportamiento particular de ahorro de energía y en qué nivel.

El estudio concluye que la educación puede transformar el comportamiento humano hacia el uso racional de la energía y aumentar la alfabetización energética, además proporciona a los estudiantes, maestros y padres la oportunidad de familiarizarse con las oportunidades de ahorro energético, generando ciudadanos ambientalmente responsables. Todo esto a partir de prácticas vinculadas a la vida cotidiana y a las circunstancias locales que les permita a los alumnos compartir experiencias y asimilar conocimientos.

En 2013 los autores Hager & Morawicki (2013) pertenecientes al Department of Food Science de la Universidad de Arkansas, publicaron un artículo de revisión titulado "**Energy consumption during cooking in the residential sector of developed nations: A review**". Este estudio describe el estado actual de la eficiencia energética durante los procesos de cocción doméstica en países desarrollados e identifica posibles cambios de políticas que pueden tener impacto en la reducción del consumo de energía. Indica que las tres grandes políticas que se deben orientar para lograr impactos en las demandas mundiales de energía son: eficiencia en la producción y el transporte de las fuentes de energía (electricidad, gas natural, madera, entre otras), la eficiencia de conversión de los aparatos empleados en la cocción y el comportamiento del consumidor durante la cocción. Concluye que la mejor forma de reducir el consumo de energía es la modificación del comportamiento del consumidor ya que las prácticas de cocción pueden reducir los gastos hasta en un 95%; por lo tanto, las políticas deben estar dirigidas hacia la educación del consumidor para tener grandes impactos en el consumo de energía de los hogares.

3.1.2 Referentes Nacionales

En 2008 los autores Andrade, Maestre, & Lopez (2008) pertenecientes al grupo de investigación SIMON de la Universidad Industrial de Santander (UIS) publicaron un artículo

titulado "**La lúdica y las redes humanas como estrategia para promover la sostenibilidad de la incorporación de la dinámica de sistemas en las escuelas colombianas"** asociado a una ponencia en el sexto encuentro colombiano de dinámica de sistemas 2008. Este trabajo fue producto de las investigaciones realizadas en el marco del desarrollo del programa gubernamental Computadores Para Educar (**CPE**) y aborda en particular, una estrategia soportada en la lúdica y las redes humanas, que se desarrolla en una dinámica de investigación-acción formulada y aplicada para promover la sostenibilidad de la integración de la DS en la escuela.

La acción de esta investigación fue realizada en la fase de profundización del programa CPE, en donde la UIS tuvo intervención directa en las instituciones a lo largo de un año, lo cual permitió la conformación de un grupo de 35 docentes de diferentes instituciones educativas de la costa Atlántica, que mostraron un desempeño destacado en el uso de la DS para conformar la red de líderes. Desarrollando actividades de formación y socialización de experiencias que permitieron afianzar la comunidad como una red que se apoya en la tecnología como medio para el aprendizaje de la DS y su integración con las áreas de currículo escolar.

En 2009 los autores (Andrade & Maestre) adscritos al grupo de investigación SIMON de la UIS realizaron una ponencia en el marco del séptimo congreso latinoamericano de dinámica de sistemas titulada "**La dinámica de sistemas en la escuela, Construyendo modelos mentales para la Toma de decisiones cotidianas - una experiencia colombiana**" la cual expone una experiencia realizada en una comunidad educativa que promueve la construcción de modelos mentales en un proceso de consumo eficiente de la energía al cocinar, orientado a que las personas tomen decisiones cotidianas mediadas por explicaciones científicas y no por tradiciones.

La metodología empleada se fundamentó en la identificación de los modelos mentales, para luego mediante el juego y la lúdica, generar un espacio de experiencia real que permitió la

explicación del fenómeno a través del MS. Los participantes desarrollaron un modelo mental basado en la explicación científica, que les orientó sus prácticas al cocinar garantizando un uso eficiente de la energía. El estudio concluye que la DS facilita la comprensión del fenómeno en términos de la explicación científica y motiva la reflexión. Por su parte, el MS consolidan el aprendizaje transformando los modelos mentales de los participantes (Maestre & Andrade, 2011).

3.2 Marco Teórico

Este capítulo expone los fundamentos teóricos que soportan conceptualmente el trabajo de investigación, así como las teorías, metodologías, conceptos e ideas que aportan a la construcción de esta propuesta educativa para la educación básica.

3.2.1 Por una Nueva Educación "Un Cambio de Pensamiento"

El aprendizaje del conocimiento científico en las ciencias naturales, es un importante reto educativo, ya que tiene como propósito lograr que los niños y niñas aborden problemáticas y logren realizar aportes que permitan mejorar, construir y transformar su entorno (Ministerio de Educación Nacional (MEN), 2006, pág. 6). La propuesta del MEN es motivar a los estudiantes y docentes a realizar un estudio de las ciencias como investigadores, partiendo de preguntas, conjeturas o hipótesis que inicialmente surjan de la observación del entorno y de la capacidad de analizar de manera detallada lo que se observa (Ministerio de Educación Nacional (MEN), 2006, pág. 9). Teniendo en cuenta lo anterior, esta propuesta intenta integrar el enfoque global y complejo del mundo con una educación que asuma esta visión. Lo cual concuerda con la propuesta de escuela del desarrollo integral que expone (Ortiz Ocaña, 2011, pág. 129) quien afirma que: para promover

el crecimiento personal del alumno en el marco cultural al cual pertenece se debe crear un vínculo entre la escuela y la vida (Individuo – entorno).

Lo anterior, implica asumir como base la propuesta de Edgar Morin (1999, pág. 22) quien plantea desde su visión del "Pensamiento Complejo" que "la educación para el futuro debe ser una enseñanza universal centrada en la condición humana", "entendida como una condición que es producto de las complejas relaciones que tenemos con otras personas y con el medio ambiente" (Pereira Chaves, 2010, pág. 73). En concordancia con lo planteado por el MEN, se hace necesario, como lo afirma Morin (2007, pág. 88) "una reforma que concierne nuestra aptitud para organizar el conocimiento, es decir, para pensar". Por ende, una verdadera reforma educativa no se construye a través de un cambio de contenidos o programas educativos (aunque esto sea fundamental en la reforma de la educación), destaca que lo fundamental es una reforma de pensamiento que desplace los antiguos esquemas mentales creados en una educación regida por el paradigma científico moderno de la fragmentación y la especialización (Pereira Chaves, 2010, pág. 73).

Bajo este enfoque de educación, se definen "las sociedades, los individuos, incluso el universo como "sistemas complejos", con múltiples relaciones e interacciones entre sus componentes y con otros sistemas" (Pereira Chaves, 2010, pág. 68). Así, dentro de esta perspectiva sistémica definida por Morin como "epistemología de la complejidad" se parte del hecho de que toda agrupación humana estructurada es considerada como un sistema en donde sus componentes (seres humanos) se encuentran relacionados entre sí y con el medio ambiente (contexto), por lazos de tipo biológico, económico, espiritual, político, cultural etc. (Pereira Chaves, 2010, pág. 68)

La propuesta de educación de Morin está constituida en ver el mundo como un conjunto complejo de múltiples elementos en constante interacción y no como una suma de partes. Ya que la educación bajo una visión fragmentada del mundo ha derivado según Morin en los principales

problemas que actualmente intenta solucionar la educación bajo el paradigma del "pensamiento de la complejidad", siendo evidente que, bajo las condiciones impuestas por el conocimiento fragmentario las personas han perdido su capacidad para contextualizar los saberes, es decir, su capacidad para integrarlos a los conjuntos (sistemas) más amplios y complejos a los que pertenecen (Morin, 1999, pág. 2) y con ello, han perdido la verdadera noción de lo que representa la condición humana, la cual, para Morin, es una noción que contempla lo humano en tanto que "es a la vez físico, biológico, psíquico, cultural, social e histórico, es decir, una identidad compleja y común a todos los demás humanos" (1999, pág. 2), cómo se citó en (Pereira Chaves, 2010, pág. 70).

Una posición teórica común a la expuesta por Morin es la postulada por Perter Senge (Senge, 2006, pág. 91) en su libro La Quinta Disciplina quien expone que "No es sorprendente que la poca salud de nuestro mundo actual guarde una proporción directa con nuestra incapacidad para verlo como una totalidad". Puesto que, según (Senge, 2006):

> Desde muy temprana edad se enseña a analizar los problemas partiendo de la idea de fragmentar el mundo, bajo la creencia de que esto facilita las tareas complejas, derivando en la desconexión total con las consecuencias de los actos; perdiendo la sensación intrínseca de conexión con una totalidad más vasta. Lo cual lleva al individuo ante la necesidad de ver una imagen general, a tratar de ensamblar nuevamente los fragmentos, enumerar y organizar las piezas. Pero como lo dice el físico David Bohn, es una tarea fútil: ya que es como ensamblar los fragmentos de un espejo roto para ver un reflejo fiel. Lo cual se traduce al cabo del tiempo en el abandono de la idea de tratar de ver la totalidad. (p.11)

En tal sentido, la educación tiene como eslabón fundamental en su transformación desarrollar la aptitud de las personas para ubicar el conocimiento y la información en un contexto y dentro de un conjunto. Rompiendo con "la visión fragmentaria del mundo para de esta manera dar paso a una educación que enseñe los métodos que nos permitan aprender las relaciones mutuas y las influencias reciprocas entre las partes y el todo de un mundo complejo" para de esta manera vivir de acuerdo con nuestra condición compleja (Morin, 1999, pág. 2).

> Una de las posturas de Morin importante de resaltar en cuanto a pensamiento complejo y educación es "el debilitamiento de la percepción de lo global deriva en el debilitamiento del sentido de responsabilidad y solidaridad que los seres humanos tenemos para con nuestro entorno". Dado que las personas no analizan su vínculo con los demás miembros de su comunidad, es decir no reflexionan sobre su verdadero papel como partes de un sistema más general (como, por ejemplo, la sociedad, el planeta e incluso el universo en su totalidad). Lo cual puede derivar en que los sujetos no desarrollen las capacidades, potencialidades y competencias suficientes para interactuar responsable, sustentable, organizada y razonablemente con su entorno. Éste es un problema que trasciende la realidad académica, permea nuestros actos sociales y deriva en consecuencias sumamente perjudiciales. (Pereira Chaves, 2010, pág. 70)

Esto, pudo derivar en la construcción de una sociedad donde prima el interés individual sobre el bien común, por lo tanto:

> Las personas quieren poseer cada vez más, se desentienden de las necesidades sociales, mundiales y universales y, lo que es peor aún: nuestra falta de percepción de lo global nos ha hecho perder, a la vez, nuestro sentido de responsabilidad para con el planeta, lo que pone en riesgo nuestra supervivencia y la de muchas otras especies (Pereira Chaves, 2010, pág. 71).

Morín por su parte plantea que la actual coyuntura ambiental que denomina "desastre ecológico" es producto de una visión de mundo como una suma de partes en la que no contempla nuestro vínculo con el ambiente que nos rodea. Una visión similar es la de Jay Forrester, pionero de la DS, quien sostiene que:

> Las causas de muchos problemas públicos (sociales y ambientales), residían en las mismas políticas bien intencionadas que procuraban resolverlos. Estos problemas eran en realidad "sistemas" que tentaban a los funcionarios a actuar sobre los síntomas, no sobre las causas subyacentes, lo cual producía beneficios a corto plazo y perjuicios a largo plazo y alentaban la necesidad de nuevas intervenciones sobre los síntomas. (Senge, 2006, pág. 25)

Ampliando la perspectiva anterior, (Senge, 2002) expone que el problema de la escuela tradicional radica en que se soporta en la teoría de conocimiento fragmentario, que deriva en que:

> Los maestros no enseñan lo que están comunicando como conceptos o interpretaciones socialmente derivados; lo enseñan como si fueran verdades absolutas. Por ende, los alumnos aprenden una única manera correcta de resolver determinado problema dejando a

> un lado las complejidades de diferentes perspectivas sobre un fenómeno, dando como resultado aprendizajes mecánicos basados en verdades científicas, no en modelos de la realidad. Por lo tanto, la tolerancia de los estudiantes por lo ambiguo y lo conflictivo disminuye imposibilitando el desarrollo de destrezas de pensamiento crítico, acostumbrándose a porciones de conocimiento, representaciones segmentadas del mundo para luego afrontar la imposibilidad de entender las complejidades de la vida (pág. 59).

En concomitancia, Peter Senge (2006, pág. 99) defiende la idea de que el ser humano ve lo que está preparado para ver, y eso está estrechamente relacionado con el lenguaje, si utiliza un lenguaje lineal (pensamiento analítico reduccionista) su percepción probablemente también será lineal, lo que perjudica una comprensión más profunda de las relaciones de un sistema complejo. Es por ello que Peter Senge (2002, pág. 65) en su obra Escuelas que aprenden, presenta una alternativa para el sistema educativo el cual denomina la "revolución sistémica" centrada en una visión del mundo, en el cual prima la visión sistémica de la realidad: que fundamentalmente se compone de relaciones, no de cosas, basado en la comprensión de los sistemas dinámicos realimentados. Siendo este la antítesis del modelo de pensamiento analítico reduccionista que soporta el sistema educativo actual, en el cual las relaciones de reciproca dependencia en la vida permanecen invisibles. En síntesis, se puede ver, una estrecha cercanía entre las posturas de Edgar Morin, Jay Forrester y Peter Senge, puesto que sostienen que para alcanzar un verdadero cambio de la educación lo fundamental es un cambio del pensamiento el cual tiene como objetivo ver el mundo de una manera más holista, tesis que direcciona el diseño de esta propuesta pedagógica.

3.2.2 Pensamiento Sistémico (PS) un Camino al Aprendizaje Significativo

Dicho lo anterior, es importante describir la quinta disciplina propuesta por Sengel (2006, pág. 21) la cual se denomina el "Pensamiento Sistémico". Definida como "un marco conceptual, un cuerpo de conocimiento y herramientas que se han desarrollado, para que la visión sistémica resulte más clara, y para ayudarnos a modificarla". Para ello, se requiere integrar las disciplinas concernientes a la construcción de una visión compartida, trabajo con modelos mentales, aprendizaje en equipo y al dominio personal. En donde Sengel (2006) define que:

> La construcción de una visión compartida alienta un compromiso a largo plazo. Los modelos mentales enfatizan la apertura necesaria para desnudar las limitaciones de nuestra manera actual de ver el mundo. El aprendizaje en equipo desarrolla las aptitudes de grupos de personas para buscar una figura más amplia que trascienda las perspectivas individuales. Y el dominio personal alienta la motivación personal para aprender continuamente cómo nuestros actos afectan el mundo (p.22).

Lo que finalmente se traduce en un cambio de pensamiento, en donde la gente descubre continuamente como crea su realidad y como puede modificarla. Dicho en otras palabras, este cambio de pensamiento deriva en un proceso de aprendizaje constante y con significado lo cual es fundamental en la acción de esta propuesta educativa.

En la misma línea para Andrade et al. (2001), el PS de define como un pensamiento impulsado continuamente por un "afán holista", es decir, una búsqueda de la unidad en la diversidad, que surge como oposición al pensamiento analítico reduccionista, el cual se concentra más en las partes aisladas que en el todo. Donde el propósito es fomentar la reflexión y el análisis

de la totalidad del fenómeno, (Andrade Sosa & Gomez Florez, 2009), acogiendo varias respuestas para una misma pregunta, teniendo en cuenta que cada elemento es simultáneamente efecto y causa (Coutinho, y otros, 2009), y de esta manera explorar las interdependencias entre los elementos de un sistema, buscando los modelos en lugar de memorizar hechos aislados. Enfocándose finalmente en el ciclo de realimentación de un sistema porque esa estructura determina su conducta a través del tiempo. (Andrade Sosa & Gómez Flórez, 2009)

De acuerdo con lo anterior, el PS como Paradigma del Pensamiento Sistémico (PPS) orienta el desarrollo de esta investigación, es decir, guía la construcción de esta propuesta de investigación y el enfoque pedagógico de la misma. Además, sus fundamentos guían el proceso de intervención en el colectivo de estudiantes que viven y transforman sus modelos mentales convirtiéndose en una comunidad de aprendizaje.

Definiendo, el concepto de paradigma según Andrade et al (2001) como la forma de una comunidad de ver, explicar y relacionarse con el mundo. "Un paradigma es, pues, una estructura conceptual, de creencias metodológicas y teóricas entrelazadas que abre el campo de visión de una comunidad científica específica, a la vez que la constituye como tal" (p. 41). Según Kunh (1971) cada paradigma está estructurado por un conjunto de supuestos ontológicos (supuestos acerca de la naturaleza de la realidad o del ser esencial de las cosas) y epistemológicos (supuestos acerca de cómo conocer la realidad). Por su parte, Andrade (2009, pág. 173) define el concepto de PPS como:

> Una manera de pensar sobre aquello que nos interesa asumiendo los fenómenos como Sistemas Dinámicos. Es decir, cosas que están en permanente cambio y que, para comprenderlas, debemos explicar cómo cambian y cómo se constituyen en sistemas

dinámicos; es decir, constituidas por un conjunto de partes interrelacionadas que generan una estructura realimentada

Lo anterior, nos conduce a otro aspecto importante dentro de este enfoque: el aprendizaje, aspecto que será abordado desde la teoría del aprendizaje planteada por David Ausubel: quien resalta su énfasis en la potencia del aprendizaje significativo, en contraste con el aprendizaje por repetición, y la claridad con que describe el papel que juegan los conocimientos previos del individuo en la adquisición de nuevos conocimientos (Novak, 1988, pág. 214). Ausubel resume este hecho de la siguiente manera: "Si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor particular que más influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese en consecuencia" (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1983).

Teniendo en cuenta lo anterior se destaca que el aprendizaje del estudiante depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, entendiéndose por "estructura cognitiva", al conjunto de conceptos e ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización. (Ausubel D. , 2009)

Así que, para esta propuesta los principios de aprendizaje propuestos por Ausubel, ofrecen el marco para el diseño de herramientas meta cognitivas que permiten conocer la organización de la estructura cognitiva del educando, lo cual permitirá una mejor orientación de la labor educativa. Esta ya no se verá como una labor que deba desarrollarse con "mentes en blanco" o que el aprendizaje de los alumnos comience de "cero", pues no es así, sino que, los educandos tienen una serie de experiencias y conocimientos que afectan su aprendizaje y pueden ser aprovechados para su beneficio.

Por lo tanto, un aprendizaje es significativo cuando los contenidos: son relacionados de modo sustancial (no al pie de la letra) y no arbitrario con lo que el estudiante ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1983, pág. 18).

Por su parte De Zubiría Samper J., (2006) respalda esta idea al exponer que "en el aprendizaje significativo las ideas se relacionan sustancialmente con lo que el alumno ya sabe. Los nuevos conocimientos se vinculan, así, de manera clara y estable con los conocimientos previos de los cuales disponía el individuo" (pág. 163)

Por esta razón, resulta evidente que el contexto juega un papel importante, dado que el estudiante no se interesa por conceptos que no pertenecen a su realidad o con los cuales no interactúa en la vida diaria, por lo tanto, un estudiante a quien se pretende enseñar conceptos científicos sin tener en cuenta su estructura pre-conceptual, cualquiera de estos, que no encaje en sus esquemas mentales carecerá de significado para él, no será potencialmente significativo (De Zubiría Samper M. , 2007, pág. 146).

En concordancia con lo expuesto por Ausubel, Miguel de Zubiría y Julián De Zubiría anteriormente sobre la importancia de los saberes previos en el aprendizaje, es necesario abordar el concepto de modelo mental el cual engloba todas aquellas nociones que un individuo puede tener sobre sus objetivos o intereses y sobre la red de causas y efectos de la realidad. Es decir, el modelo mental corresponde con un punto de vista individual frente a la realidad (Andrade Sosa & Sotaquirá, 1997). Por su parte, Peter Senge (2006) define el modelo mental como supuestos hondamente arraigados, generalizados e imágenes que influyen sobre nuestro modo de comprender el mundo y actuar (pág. 17). Del mismo modo, Jay Forrester (2016) expresa:

> Los modelos mentales controlan casi la totalidad de las actividades sociales y económicas. Los modelos mentales poseen grandes fortalezas, pero también serias debilidades. Pero bajo un modelo de educación que promueva el pensamiento sistémico el estudiante aprenderá como los modelos pueden ser útiles y cuando no son fiables. Además, destaca que a través de los modelos de simulación por ordenador pueden lograr compensar las debilidades de los modelos mentales. (pág. 194)

El anterior marco conceptual de modelo mental, es la noción que se asume en este trabajo de investigación y de la cual se deriva en que todas las ideas de las personas están organizadas en modelos mentales, aun cuando no se tenga conciencia de los mismos y también que todas las apreciaciones de la realidad (opiniones y conocimiento) y las acciones que las personas ejecutan sobre la realidad misma, están medidas por sus modelos mentales. Mas, la idea de aprendizaje formal corresponde al proceso en el cual la persona hace explícitos sus modelos mentales transformándolos y enriqueciéndolos (Andrade Sosa & Sotaquirá, 1997), modelos que a su vez le orientan la comprensión y uso apropiado del conocimiento formal (explicación científica). Es decir, un conocimiento es propio del individuo cuando hace parte de sus modelos mentales y guían su intervención en el mundo a través de la toma de decisiones basadas en ese conocimiento (Andrade & Navas, 2002) que le permite afrontar, con más posibilidad de éxito la solución de cualquier problema mejorando la toma de decisiones en la experiencia (Weiner, 1967) citado por (De Kereki Guerrero, 2003, pág. 15)

Por lo tanto, el concepto de modelo mental y la idea de aprendizaje expuesta por Andrade & Navas (2002) se compenetra con lo postulado por (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1983), pues resaltan que el estudiante debe construir su propio conocimiento articulando la nueva información

con la información preexistente para así generar un conocimiento más amplio. Según los autores el mismo proceso de adquirir información produce una modificación tanto en la información adquirida como en el aspecto específico de la estructura cognoscitiva con la cual aquella está vinculada. Es decir, su modelo mental. Por tal razón, la identificación de los modelos mentales de los estudiantes (diagnóstico) juega un papel protagónico en el diseño y desarrollo de esta propuesta educativa.

3.2.3 Modelado y Simulación el Proceso de Construcción y Reconstrucción del Conocimiento Bajo el Enfoque de la Dinámica de Sistemas

Bajo el marco del PS, que se aborda en esta investigación y que se caracteriza por buscar la unidad en la diversidad es necesario profundizar en la Metodología de la DS que permite el estudio y manejo de sistemas de retroalimentación complejos (Santa Catalina, 2010). En el ámbito educativo la DS se ha venido utilizando como herramienta pedagógica en diferentes lugares del mundo, ya que ofrece un marco para dar cohesión, significado y motivación a la educación en todos los niveles, desde la educación preescolar en adelante (Forrester, 1992).

Forrester (2016, pág. 191) enuncia que "la educación debía cambiar su tendencia, cada vez mayor, a la especialización (visión reduccionista y lineal) y en su lugar proporcionar al estudiante, una fundamentación que le diera movilidad para variar de acuerdo con las demandas y oportunidades cambiantes" (pág. 191). Igualmente, propuso los objetivos de la educación apoyada en la DS que son: 1. Desarrollar habilidades personales. 2. Aprender sobre el comportamiento económico 3. Formar en el estudiante una perspectiva y personalidad para encajar en el siglo XXl. 4. Entender la naturaleza de los sistemas en los cuales vivimos y trabajamos (pág. 187).

De esta manera, plantea un enfoque para que la educación sea más efectiva teniendo como principios básicos la DS y el aprendizaje centrado en el estudiante (Andrade Sosa & Gómez Flórez, 2009, pág. 188). Definiendo la DS, como una herramienta efectiva para analizar las relaciones e interacciones entre las variables en un sistema, que puede ayudar a entender el impacto de varios factores en los objetivos definidos de un sistema y proporcionar información útil para los responsables de la toma de decisiones (Guan, Gao, Su, Li, & Hokao, 2011) (Yao, Shen, Tan, & Hao, 2011). En la misma línea (Andrade Sosa & Gómez Flórez, 2009) define la DS como:

> Una disciplina cobijada en el marco general del PS, que se encarga de analizar cómo cambian las cosas a través del tiempo e involucra la interpretación de los sistemas de la vida real en modelos de simulación computacionales, que nos permite ver cómo la estructura y las políticas de la toma de decisiones en un sistema crean su comportamiento (págs. 185-186).

Es decir, la DS representa matemáticamente los modelos mentales siendo una fase posterior al desarrollo de dichos modelos mentales (Santa Catalina, 2010, pág. 57).

Por lo tanto, como lo expone (Andrade Sosa & Gomez Florez, 2009) La DS y el Modelado Basado en Objetos y Reglas (MBOR), son formas de explicar y representar fenómenos de interés en términos de modelos de simulación (pág. 173). Por consiguiente, la simulación con la computadora permite representar un fenómeno y observar su comportamiento bajo diferentes condiciones (experimentación simulada). En otras palabras, el proceso de enseñanza aprendizaje es dinámico ya que permite al estudiante responder a la pregunta: "¿Qué pasaría en… (un

fenómeno) si… (se presentan determinadas condiciones)?" (Andrade Sosa H. , 2013), lo cual favorece un proceso significativo de construcción del conocimiento.

En relación con lo anterior, es importante destacar que cuando se crean modelos no se pretende capturar en un modelo de simulación la realidad completa, puesto que dichos modelos de simulación serían tan complejos como la propia realidad. Lo que se busca es recoger parte de la realidad de forma tal que proporcione una comprensión básica del problema complejo (Santa Catalina, 2010, pág. 59).

En consecuencia, el modelo de simulación es una explicación útil para contestar preguntas sobre el fenómeno, lo cual facilita los procesos de construcción y reconstrucción de conocimiento, la construcción de explicaciones científicas que aportan en la reconstrucción de modelos mentales de la comunidad educativa en pro del mejoramiento y la innovación de prácticas escolares que contribuyen al desarrollo de la comunidad (Andrade Sosa H. , 2013).

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante resaltar que la DS se integra a los proyectos educativos luego de ser propuesta por Massachusetts Institute of Technology (MIT), para la educación K-12 en las escuelas de los estados Unidos, bajo la dirección del profesor Jay Forrester y como antecedentes en Colombia se tiene como promotor al grupo SIMON-UIS de Investigación en Modelado y Simulación, ha desarrollado e implementado el software EVOLUCION, que ha sido utilizado, en marco del proyecto "Computadores Para Educar" (CPE) desde los niveles de preescolar hasta la media vocacional en el Colombia, así también se ha empleado el Software EVOLUCION Y HOMOS, como lenguaje e interfaz de las actividades integradas con DS.

3.2.4 Educación Energética, una Posible Solución a los Problemas de Sostenibilidad

Las Naciones Unidas (ONU, 2005) afirman que "la educación, además de ser un derecho humano, es un requisito previo para promover el desarrollo sostenible y una herramienta esencial para el buen gobierno, la toma de decisiones informada y la promoción de la democracia" (pág. 1). Por lo tanto, la educación para el desarrollo sostenible desempeña un papel fundamental a la hora de inculcar y promover el uso eficiente de la energía, pues fortalece la capacidad de los individuos para hacer juicios y opciones a favor del desarrollo sostenible (Zografakis, Dasenakis, Katantonaki, Kalitsounakis, & Paraskaki, 2007).

Ellis y Gaskell (1978) plantearon que "existe un fuerte vínculo entre el nivel de educación de un individuo y la posibilidad de que adopte medidas de ahorro de energía" por su parte (Newborough & Probert, 1994, pág. 257) sostienen que "para lograr un futuro sostenible la probabilidad aumenta con la alfabetización energética de nuestra sociedad" (pág. 257). Es por ello que según (Newborough, Getvoldsen, Probert, & Page, 1991) los estudios sobre energía pueden clasificarse en dos tipos de educación energética; el primero está enfocado a desarrollar profesionales de la energía y el segundo tiene como propósito fundamental producir una sociedad más alfabetizada en energía a través de la educación primaria y secundaria obligatoria (pág. 122).

Por consiguiente, se resalta que esta investigación está enfocada en la educación relacionada con la alfabetización energética que juega un papel fundamental en la promoción de una cultura de uso eficiente de la energía, bajo la premisa de que el despilfarro de la misma podría reducirse en mayor proporción con educación y legislación, que con soluciones tecnológicas (Zografakis, Menegaki, & Tsagarakis, 2008, pág. 3227). Por tal razón, el esquema general de estos proyectos educativos se basa en "una intervención central en el currículo escolar a través de un proyecto de alfabetización energética, donde el alumno involucrado en el proyecto no solo aprende

de manera significativa, sino que aplica ese conocimiento en sus hogares". (Zografakis, Menegaki, & Tsagarakis, 2008, pág. 3227)

En el marco de esta investigación uno de los ejes fundamentales es crear un vínculo entre la escuela y la vida (individuo - entorno), que se apoye en aprendizajes significativos que le permitan al estudiante modificar sus modelos mentales asociados a los procesos de cocción de alimentos, posibilitando hacer juicios de valor y tomar decisiones de manera informada para adoptar medidas de ahorro considerando que la producción y el uso de la energía en el mundo juegan un papel importante en varios problemas de sostenibilidad, como el cambio climático y el agotamiento de los recursos (Nieves, ariztizábal, Dyner, Báez, & Ospina, 2018, pág. 380). Riofrío et al, (2014) expone que "el consumo energético de los procesos de cocción de alimento influye directamente en la economía, la política social, y energética de los países" (pág. 268). Puesto que, por ejemplo para el caso de América latina un 45% de los procesos de cocción de alimentos se realizan empleando gas licuado de petróleo (GLP) (Riofrío, Carrión, Orozco, Vaca, & Martínez, 2014, pág. 268) por su parte en Colombia los procesos de cocción emplean un 65% gas natural, 24% gas licuado del petróleo o GLP, 2% electricidad y 9% biomasa y carbón. (Naturgas, 2018)

Por consiguiente, La educación energética representa un paso hacia la planificación energética sustentable, que se enmarca en el uso eficiente de los recursos naturales, el cuidado del medio ambiente y la incorporación de energías renovables (Comisión Nacional de Energía Atómica, 2012) que permita la consecución de los objetivos de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) adoptados por la ONU en 2015 en especial los ODS 7, 11, 12 y 13 que se enfocan en la educación para alcanzar un cultura de uso eficiente de la energía .que permita mitigar el problema de calentamiento global.

4. Diseño Metodológico de la Investigación

4.1 Contextualización de la Investigación

El proyecto educativo fue formulado y ejecutado en una institución educativa del municipio de Cimitarra Santander que lleva cincuenta (50) años de funcionamiento en la zona urbana del municipio, y sus egresados son reconocidos por su perfil técnico del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en: manejo ambiental, informático, comercial e inglés. La población objetivo fueron 12 niños (10 mujeres y 2 hombres) estudiantes del grado octavo pertenecientes a la jornada de la mañana de formación presencial, cuyas edades oscilan entre 12 y 14 años.

4.2 Enfoque Metodológico de la Investigación

La metodología según Sampieri (2010) es el estudio de los pasos y los recursos aplicados para alcanzar y crear conocimiento. Por lo tanto, la propuesta de investigación se enmarca como una acción orientada al cambio y en una dinámica de investigación – acción; es decir, como un proceso de aprendizaje. El esquema de investigación acción se asume bajo una adaptación del enfoque propuesto por (Checkland & Scholes, 1990) fundamentado de la Metodología de Sistemas Blandos (MSB) que permite abordar situaciones humanas complejas, particularmente las llamadas situaciones blandas, que surgen cuando la gente conceptúa de forma distinta (modelos mentales) el mismo evento.

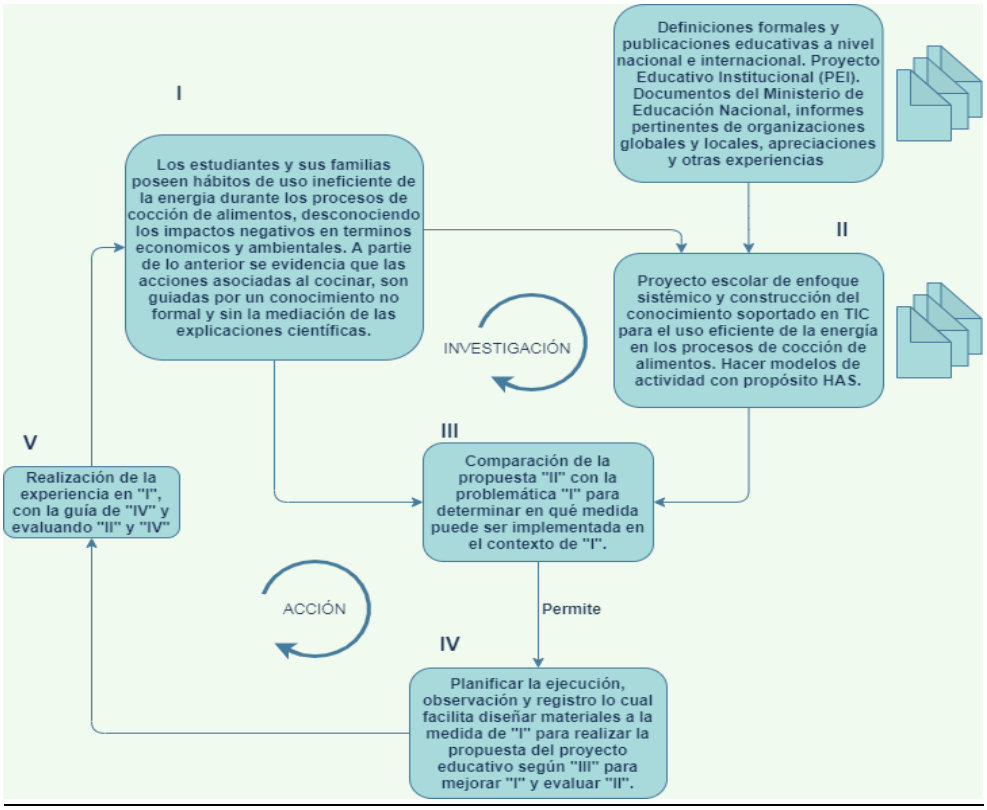
La investigación acción bajo este enfoque se caracteriza por ser una metodología de aprendizaje organizado y progresivo que puede ser aplicada a cualquier situación problemática en la que se necesite una actividad específica para lograr un cambio (Flood, 2000). Por ende, esta

investigación busca concebir el proceso de enseñanza y aprendizaje a partir de los aportes de la literatura y diversas experiencias de aplicación, pero en particular, parte del análisis y la invención de una experiencia de construcción y reconstrucción del conocimiento para estudiantes de educación básica del grado octavo, inmersos en un proyecto de innovación educativa mediado con TIC, liderado por el grupo SIMON de investigación.

Por lo tanto, para el correcto desarrollo de esta investigación se propone cumplir las fases propuestas en la Figura 1.

Figura 1.

Metodología de Investigación Acción



Nota. Adaptada de: A brief review of Peter Checkland's contribution of Systemic Thinking (Robert, L. 2000)

La relación de estas fases propuestas en la metodología de investigación con los objetivos específicos descritos en esta investigación es:

- Objetivo específico 1: Fase I (Lineamientos metodológicos).
- Objetivo específico 2: Fases II y III (Propuesta Planeación).
- Objetivo específico 3: Fase IV (Ejecución).
- Objetivo específico 4: Fase V (Evaluación y proyección).

4.3 Fases Propuestas para el Desarrollo de la Investigación

A continuación, se describe cada una de las etapas o fases propuestas en la metodología de investigación acción seleccionada para el desarrollo de este trabajo.

4.3.1 Fase I Situación Problemática –Definición Raíz

Se realizó un diagnóstico (Capítulo 1) del contexto educativo, determinando que el enfoque dado a la cátedra de ciencias naturales en la institución educativa, está orientado por un currículo descontextualizado que deriva en prácticas educativas tradicionales, que basan el proceso de enseñanza y aprendizaje en la fragmentación del conocimiento y la ausencia del uso de las TIC como elemento mediador, lo cual impide que el estudiante genere un vínculo entre la escuela - vida. Lo cual conlleva a que el estudiante no desarrolle la capacidad de contextualizar y aplicar los conocimientos adquiridos en el aula a situaciones de la vida real, por lo tanto, el aprendizaje carece de significado.

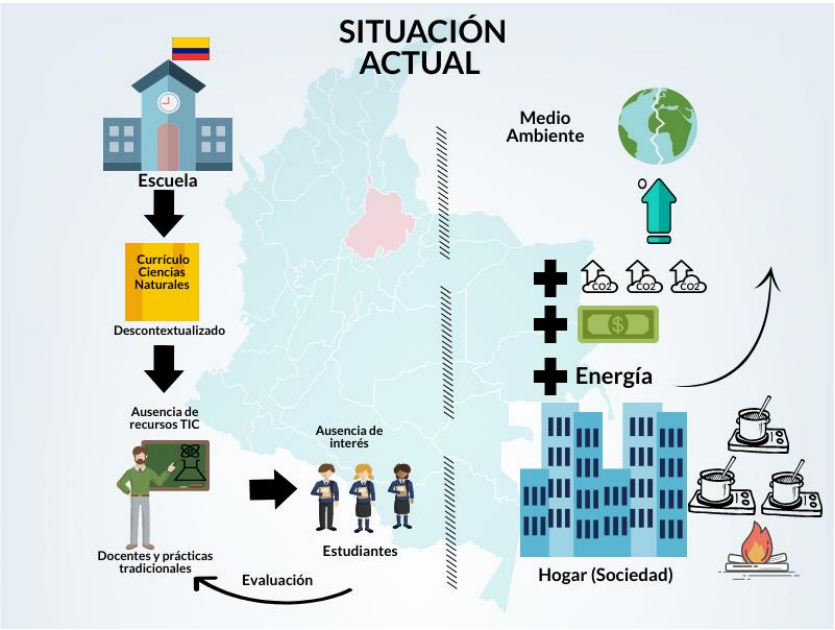
Lo anterior, se evidencia claramente en el uso no eficiente de la energía, puntualmente, al abordar el desarrollo teórico y práctico de un proceso de cocción de alimentos, pues se determinó que los estudiantes reemplazan las explicaciones científicas dadas en la escuela por tradiciones y

creencias, lo cual genera que en su imaginario piensen que a mayor uso de energía (calor al cocinar), se obtiene una cocción más rápida de los alimentos, pensando que la temperatura de un líquido puede aumentar por encima de su punto de ebullición. Por lo tanto, el estudiante representa a su comunidad como un agente de la problemática, que va a la escuela y sale de ella hacia su hogar en la misma condición, es decir sin aprendizajes realmente significativos que pueda aplicar o incorporar a su contexto. Desaprovechándose la función social de la educación la cual es que el estudiante salga de la escuela como un agente capaz de mejorar, construir y transformar su comunidad.

Para plasmar la situación problemática expuesta que se va a abordar, se elaboró una imagen enriquecida (Figura 2) que permite observar las conexiones entre los elementos involucrados en ella y donde puede apreciarse su perfil sistémico.

Figura *2*.

Pintura Enriquecida Situación Actual



La **Definición Raíz** representa una expresión en texto de la transformación que se espera realizar sobre la situación problemática que se ha estructurado anteriormente mediante la pintura enriquecida. La definición raíz expresa el propósito central del proceso de investigación acción con el que se persigue la transformación (Checkland & Scholes, 1990, pág. 50).

Considerando lo anterior, se expresa la **definición raíz** a continuación: se pretende formar a los estudiantes en la temática del uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de alimentos. Puesto que actualmente, dichos procesos están regidos por modelos mentales predominantes, tradiciones y creencias que reemplazan la mediación de las explicaciones científicas dadas en la escuela lo cual determina un uso ineficiente de la energía. Para ello se implementará un proyecto escolar con enfoque sistémico y construcción de conocimiento soportado en TIC, el cual a través de una serie de actividades le permitirán al estudiante identificar sus modelos mentales y reconstruirlos a través de análisis y la reflexión de sus prácticas, contrastando con el conocimiento científico aprendido en la escuela permitiéndole finalmente guiar su actuar en la cocina mediado por el conocimiento científico garantizando un uso eficiente de la energía. Promoviendo en su comunidad el modelo de desarrollo sostenible, pues al optimizar su consumo de energía contribuye a la consecución de los ODS ya que su actuar deriva en un menor impacto ambiental y lleva a su comunidad a lograr la sostenibilidad.

4.3.2 Fase II: Propuesta Educativa

Temando como base la definición raíz se construye una propuesta educativa con la cual se plantea abordar el problema delimitado en la fase I. Es importante señalar, que los procesos pedagógicos diseñados en esta propuesta buscan promover un aprendizaje de la ciencia con significado e impacto social, mediado por las TIC en donde el estudiante sea un agente activo en

su proceso de aprendizaje, encontrando sentido y utilidad (conceptos teóricos y explicaciones científicas) a lo que aprende en el aula.

Esta propuesta educativa tiene como objetivo, brindar un soporte que permita al estudiante alcanzar un nivel de competencia óptimo en el uso eficiente de la energía al cocinar, soportado en la competencia del saber hacer, con fundamento en el saber aplicado en su contexto cultural, que le permita contribuir de forma directa en la construcción de una comunidad sostenible, a través de un consumo responsable asociado a la convicción de realizar una acción por el cuidado del medio ambiente. Generando, una mejora en la economía familiar, derivada de una educación de calidad promovida desde la escuela como agente que promueve la transformación social. Como se muestra en Figura 3.

Figura 3.

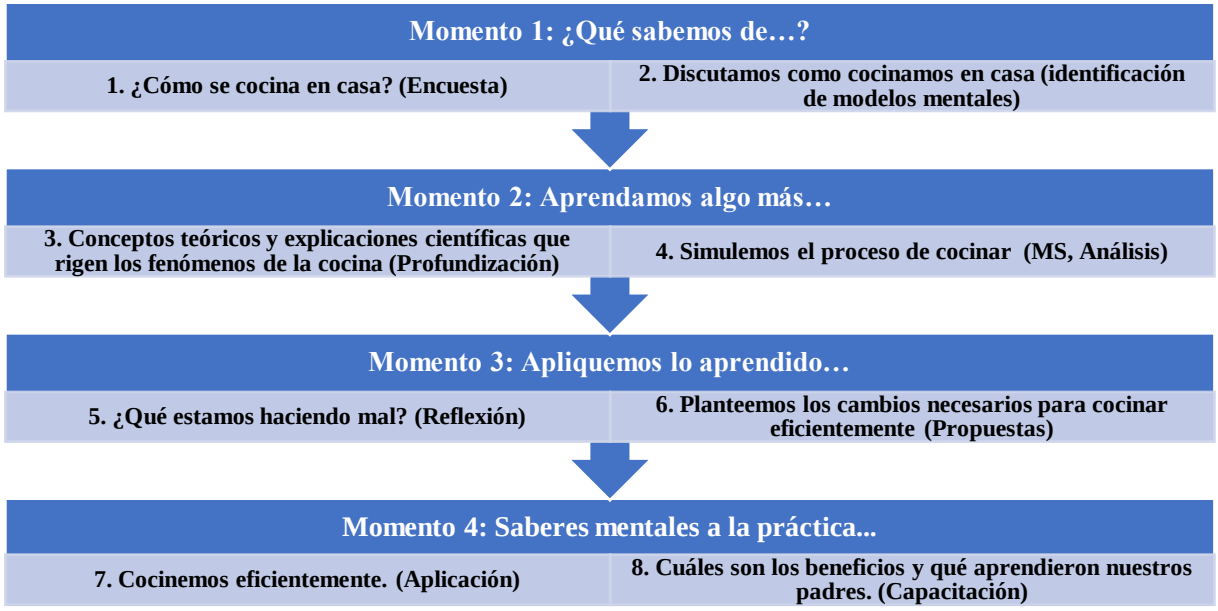
Imagen Enriquecida de la Situación Deseada en el Contexto de las TIC y con TIC

La propuesta educativa se organiza en una unidad didáctica denominada "**la cocina un lugar para cambiar el mundo**", estructurada en cuatro momentos de aprendizaje en los que cada uno contienen dos experiencias educativas secuenciales, concebidas bajo un enfoque sistémico.

A continuación, en la figura 4, se describe la estrategia pedagógica planteada para el desarrollo de la experiencia educativa en el aula de clase, en donde se destaca el MS como herramienta lúdica que promueve el aprendizaje significativo y el desarrollo del PS.

Figura 4.

Estrategia Pedagógica para el Desarrollo de la Unidad Didáctica "La Cocina un Lugar para Cambiar el Mundo"



Esta secuencia didáctica parte de la identificación y exposición de pre saberes o modelos mentales de los estudiantes, sobre el uso de la energía en los procesos de cocción de alimentos (momento 1). Esto le brinda al docente un punto de partida para abordar los conceptos teóricos asociados a la acción de cocinar y a través del modelado y la simulación, propicia un espacio de análisis y evaluación que le permita al estudiante construir y reconstruir sus conocimientos (momento 2), llevándolo a: reflexionar sobre su actuar en la cocina, identificar las oportunidades de mejora y por consiguiente a plantear los cambios necesarios que garanticen un uso eficiente de la energía al cocinar (momento 3). Los procesos anteriormente descritos derivan directamente en la aplicación de su aprendizaje a través de una experiencia de cocción real, que le permite no solo consolidar su aprendizaje sino aplicarlo y replicarlo en su contexto (momento 4).

4.3.3 Fase III: Comparación Realidad – Modelos Conceptuales

Una vez elaborada la propuesta educativa (Fase II), se realiza una comparación entre la situación problemática (Fase I) y la propuesta educativa (Fase II), para determinar en qué medida puede ser implementada en el contexto de la institución educativa y que permita transformar la situación problema.

Teniendo en cuenta que el problema evidenciado en la fase I es el uso ineficiente de la energía al cocinar, se plantea en la Fase II una propuesta educativa con enfoque sistémico mediada con TIC denominada "**la cocina un lugar para cambiar el mundo**", que formará a los estudiantes en el uso eficiente de la energía en los procesos de cocción. Para alcanzar esta meta se plantea orientar las actividades de la propuesta tomando como base el proceso de cocción del arroz, alimento de mayor consumo en la comunidad, que permitirá aplicar los conceptos teóricos que rigen el fenómeno de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor y reflexionar sobre la importancia de usar eficientemente la energía en la consecución de los ODS.

Estas actividades serán desarrolladas con estudiantes del grado octavo, quienes poseen conocimientos básicos sobre el fenómeno de cambio de estado de una sustancia y están incursionando en los procesos de cocción, lo cual es una gran oportunidad para aplicar en la vida los conocimientos adquiridos en la escuela. Además, es una experiencia que permite integrar a los padres en el proceso de aprendizaje, pues inicialmente servirán como apoyo y a medida que avanza la experiencia aprenderán de sus hijos las acciones que garantizan un uso eficiente de la energía al cocinar un alimento.

En la propuesta educativa (Fase II) se destaca que uno de los aspectos fundamentales es el desarrollo de actividades con DS como lenguaje para la representación de conocimiento a través del MS de los fenómenos asociados al proceso de cocción. Por lo tanto, se emplearán equipos de

cómputo disponibles en la institución para poder integrar el MS de enfoque estructural, a través de actividades lúdicas para promover la apropiación del lenguaje de la DS en el fenómeno de estudio particular: el uso eficiente de la energía al cocinar, promoviendo en el estudiante un aprendizaje significativo que le permitan hacer transformaciones sociales al interior de la comunidad. Estas actividades tendrán como soporte el software EVOLUCIÓN diseñado por el grupo de investigación SIMON – UIS.

Se destaca que la escuela pasa de estar abiertos a la posibilidad de integración de las TIC, (Fase I) a integrar las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, soportado en la DS como lenguaje que permite representar el conocimiento y que promueve el aprendizaje significativo, lo cual conlleva a reflexionar y evaluar diferentes escenarios como se plantea en la propuesta educativa (Fase II). Adicionalmente, se tendrá una trasformación del enfoque centrado en el profesor como trasmisor del conocimiento, (Fases I) a un modelo de enseñanza donde el profesor es un agente mediador en el proceso de construcción del conocimiento, que parte del conocimiento previo del alumno tal y como se expone en la propuesta (Fase II).

4.3.4 Fase IV: Planeación

Teniendo en cuenta el grado de implementación de la propuesta al interior de la institución (Fase III), se procede a planear y diseñar la experiencia a ser aplicada, el **Apéndice A** muestra la caracterización de las actividades diseñadas, que permite aplicar la propuesta educativa sobre el uso eficiente la energía en los procesos de cocción llamada "**la cocina un espacio para cambiar el mundo"** (Figura 4). Dentro de las actividades a desarrollar se destaca, el diseño de las actividades y recursos, así como las estrategias de observación y seguimiento de la experiencia.

Estos instrumentos deben ser suficientes para evaluar la propuesta educativa, el rol del investigador, el rol del docente y el rol del estudiante.

4.3.4.1 Clases Integradas con DS. Las clases con dinámica de sistemas en el marco de esta propuesta integraron las ciencias naturales y la informática con el objetivo de desarrollar las habilidades de pensamiento necesario para transformar los modelos mentales de los estudiantes en torno al uso de la energía al cocinar, generando aprendizajes significativos y habilidades de pensamiento sistémico. La DS como lenguaje para la representación de conocimiento, permite recrear las explicaciones del fenómeno de estudio en términos de sistemas de retroalimentación, por lo que los recursos usados se asumen como una herramienta para la construcción del conocimiento.

La dinámica de operación de las clases se basa en la secuencia de aprendizaje que incorpora cuatro momentos (ver figura 4), que conforman un ciclo que se fundamenta en las relaciones entre la exploración (actividad 1 y actividad 2), la construcción teórica (actividad 3), el modelado y la simulación (actividad 4), la reflexión y el análisis (Actividad 5 y 6) y la experimentación y consolidación del conocimiento (Actividad 7 y 8).

4.3.4.2 Modelos de Complejidad Crecientes Empleados en la Propuesta Educativa. El proceso de modelado se desarrolló con el software EVOLUCIÓN mediante prototipos de complejidad y cobertura crecientes, de tal forma que estos modelos representan el fenómeno de la cocción (en términos de elementos fundamentales), hasta llegar a un modelo útil para el diseño y experimentación de políticas de intervención sobre el fenómeno mismo.

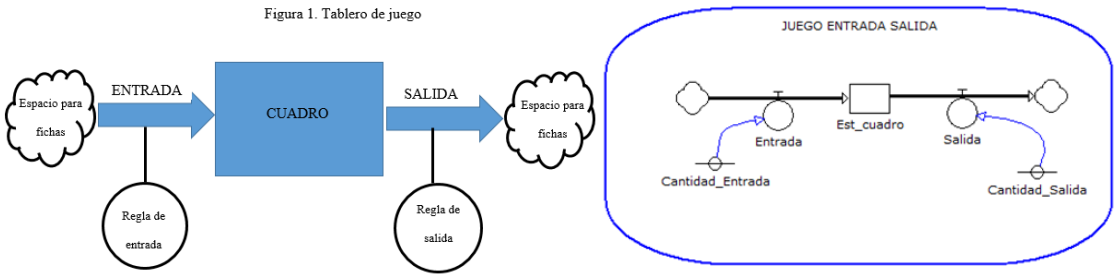
La intención es que estos modelos permitan comprender a mayor profundidad la explicación científica asociada al consumo eficiente de energía al operar la cocina y que faciliten el proceso de aprendizaje, aportando significativamente a la transformación de los modelos mentales asociados a este tema. (Ver Apéndice F)

El modelado por prototipos implicó la formulación de un núcleo central (en este caso fue la pregunta ¿cómo fluye el calor?) que se fue perfeccionando hasta el modelo final, a medida que gana en detalle y en cobertura, es decir, el producto de la inclusión y desagregación de elementos del sistema y la clarificación de las relaciones entre estos. A su vez, este proceso de incremento gradual de la complejidad (del modelo y de lo que explica) se utiliza aquí como recurso que posibilita la presentación progresiva de la DS en términos útiles de modelado. A continuación, se esbozan los modelos usados en la experiencia con el software EVOLUCIÓN.

Actividad introductoria al MS: juego entrada – salida: El juego entrada salida es una actividad lúdica sencilla que introduce lo conceptos básicos de la DS y permite al estudiante identificar y comprender la dinámica de cambio en el tiempo de una variable y lo que la hace cambiar. Es importante resaltar que previo a la utilización del modelo Entrada-Salida en EVOLUCIÓN se debe realizar la actividad lúdica de jugar con los estudiantes con fichas reales sobre un tablero de papel ya que el objetivo es aprender a interpretar las representaciones gráficas (ejemplo: comportamiento creciente). (Ver Apéndice F)

Figura *5.*

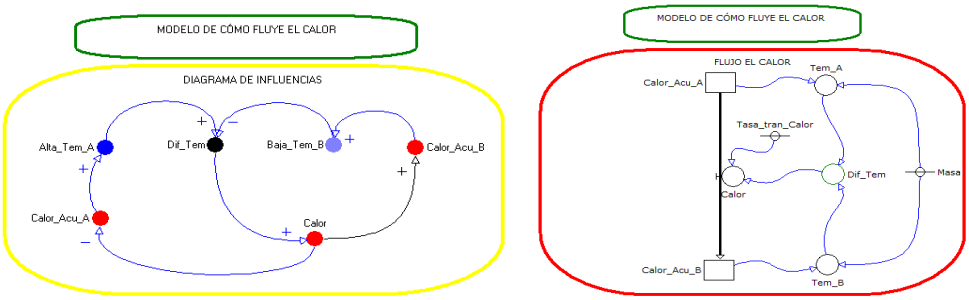
Modelo Entrada - Salida



Modelo 1 ¿Cómo fluye el calor?: La construcción del modelo 1 permitirá al estudiante conocer los elementos básicos con los cuales la Dinámica de Sistemas recrea explicaciones del fenómeno de estudio. Esta actividad se centrada en la construcción de: Modelo en el lenguaje de la prosa (a partir del fundamento teórico aprendido en la actividad 3), Modelo en de lenguaje de las influencias. (Diagramas causales) y Modelo en el lenguaje de flujos y niveles. (Cambio de una variable en el tiempo) (Ver Apéndice F)

Figura *6.*

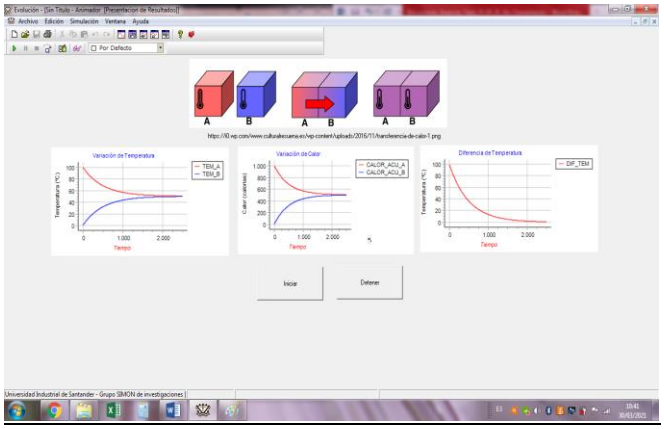
Modelo 1 ¿Cómo Fluye el Calor?



Este modelo permite entender al estudiante la primera ley de la termodinámica que nos dice que: El calor siempre fluye desde un cuerpo con temperatura elevada (mayor calor acumulado) hacia un cuerpo con baja temperatura (menor calor acumulado). Este proceso ocurre hasta que la diferencia entre las temperaturas de los dos cuerpos es cero (se igualan). Es allí donde se dice que se alcanzó el equilibrio térmico.

Figura *7.*

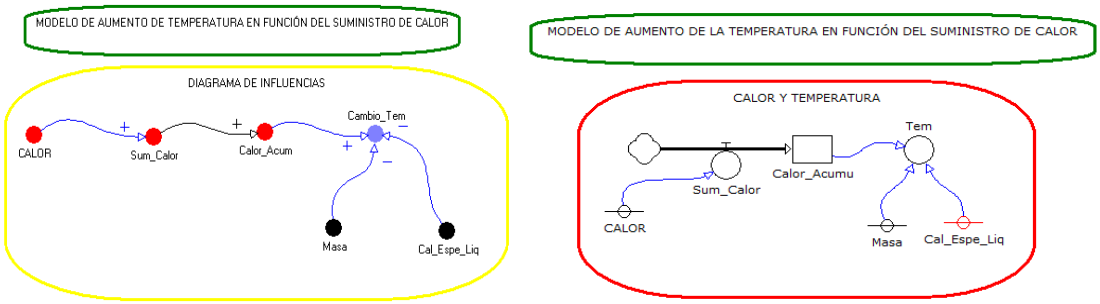
Simulación Modelo 1 ¿Cómo Fluye el Calor?



Modelo 2 Aumento de temperatura en función del suministro de calor: el modelo de influencias le permite al estudiante comprender, relacionar y diferenciar el concepto de temperatura y calor. Además, de familiarizarse con el concepto de calor especifico que se define como: la cantidad de calor que ha de absorber un gramo masa de una sustancia (puede ser líquido) para aumentar un grado centígrado su temperatura. (Ver Apéndice F)

Figura *8.*

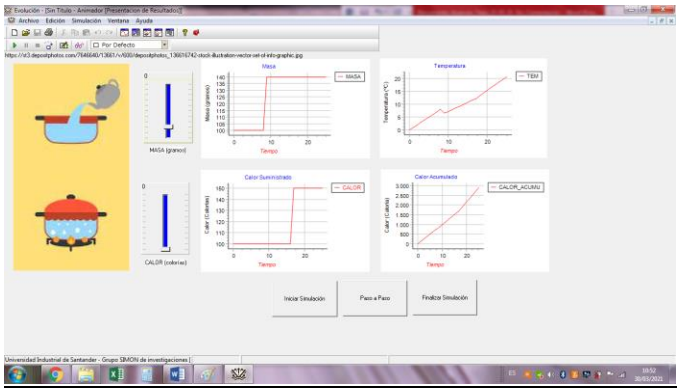
Modelo 2 Aumento de Temperatura en Función del Suministro de Calor



Por su parte el modelo de Flujo – Nivel brinda la posibilidad al estudiante identificar que el cambio en la temperatura de un líquido depende del suministro de calor y de la cantidad de masa que desee calentar, teniendo en cuenta la variable calor especifico del líquido. Este concepto se consolida aplicando la herramienta de análisis de sensibilidad (variando la masa y manteniendo el suministro de calor constante) y jugando con el animado del modelo.

Figura 9.

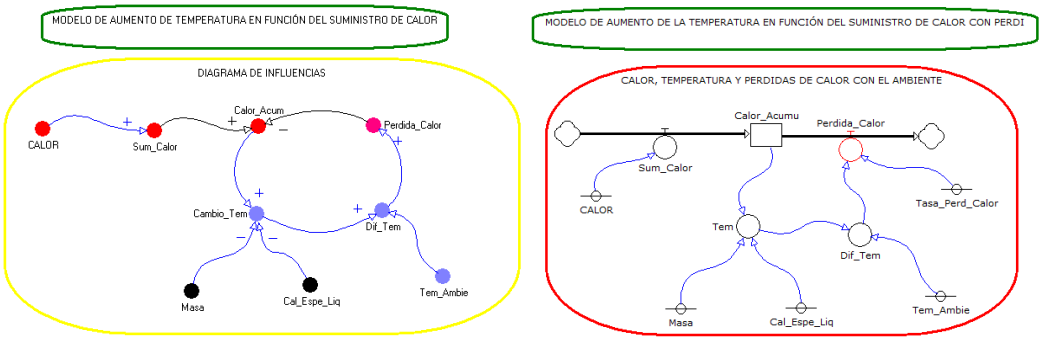
Simulación Modelo 2



Modelo 3 Aumento de temperatura en función del suministro de calor con pérdidas: este modelo incorpora la variable "perdida de calor" puesto que el objetivo principal de este modelo es comprender el concepto de pérdida o ganancia de calor de una sustancia con el ambiente. (Ver Apéndice F)

Figura 10.

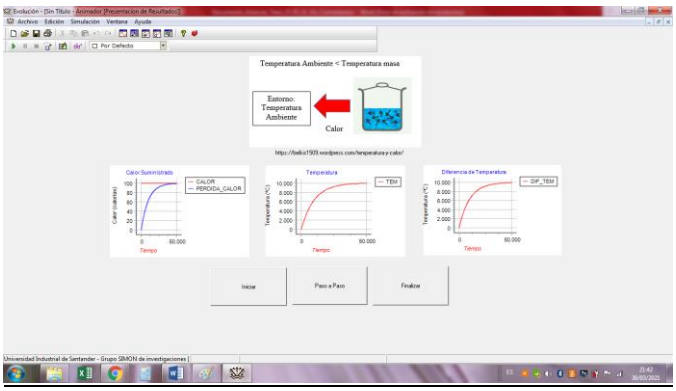
Modelo 3 Aumento de Temperatura en Función del Suministro de Calor con Perdidas



El diagrama de influencias le permite apreciar al alumno un ciclo de retroalimentación entre las variables que intervienen en el fenómeno desarrollando así su visión sistémica del caso de estudio. Por su parte el diagrama de Flujo - nivel le permite reconstruir el conocimiento adquirido en el modelo 2 puesto que en este modelo se observa que el cambio en la temperatura de un cuerpo o sustancia depende del suministro de calor y de la cantidad de masa que desee calentar pero que si ese cuerpo o sustancia posee una temperatura diferente a la de su entorno se genera un flujo de ganancia o pérdida de calor entre la sustancia y su entorno.

Figura 11.

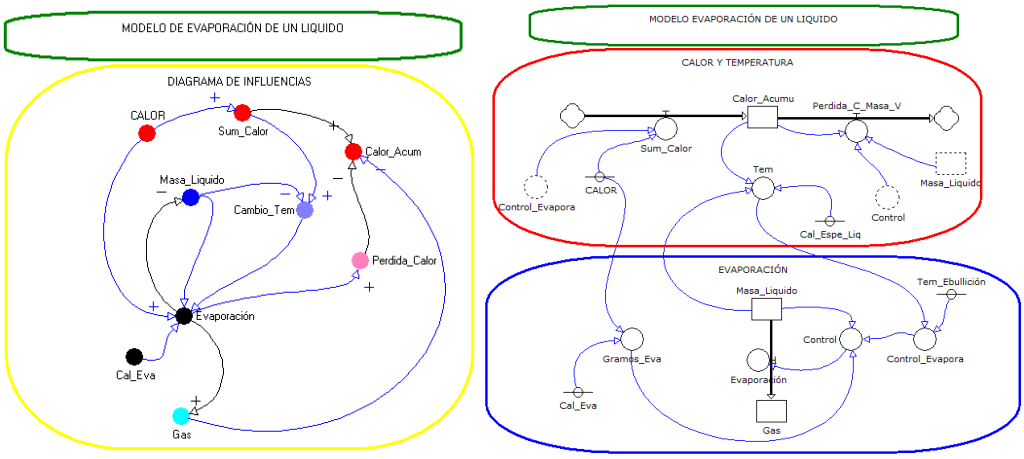
Simulación Modelo 3



Modelo 4 Evaporación de un Líquido: este modelo secuencial incorpora el fenómeno de evaporación (cambio de estado de líquido a gas), que es el eje central de esta investigación. Siendo necesario incorporar dos nuevas variables temperatura de ebullición y pérdida de calor debido a la masa evaporada. (Ver Apéndice F)

Figura 12.

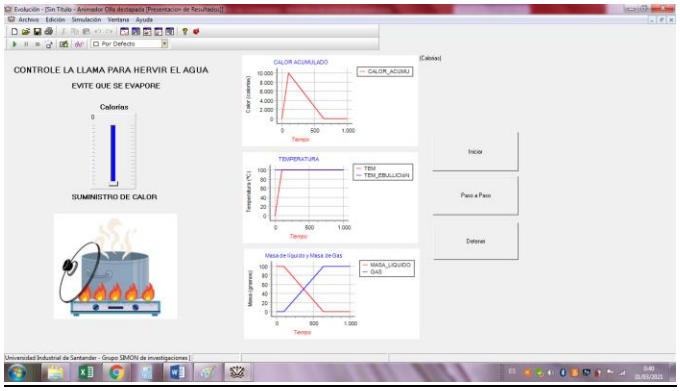
Modelo 4 Evaporación de un Líquido



Un aspecto importante a resaltar en este modelo es que el estudiante comprende que al evaporar el líquido se genera una pérdida de calor, puesto que el vapor del líquido sale del sistema llevándose consigo el calor asociado a su masa que determina que su temperatura es igual al punto de ebullición. Por su parte, el modelo posee un animador que permite regular el suministro de calor y ver el comportamiento del calor acumulado, masa de líquido, masa de gas y temperatura.

Figura 13.

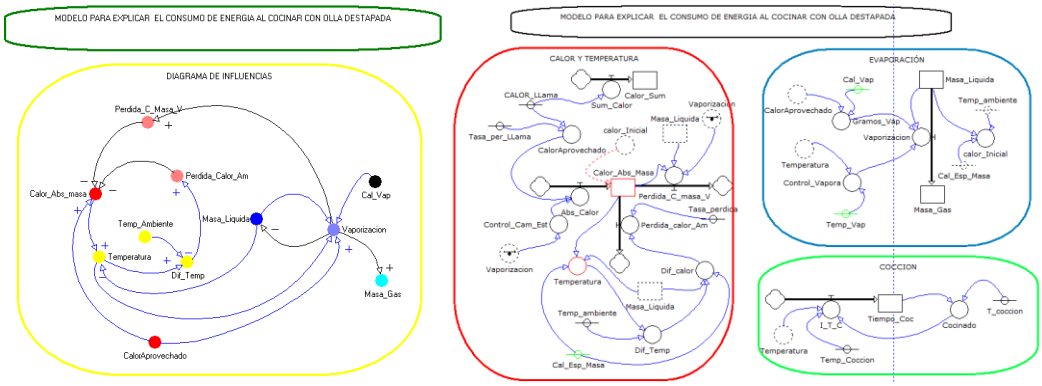
Simulación Modelo 4



Modelo 5 Modelo Cocina - Olla Destapada. El modelo 5 integra todas las variables asociadas al fenómeno de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor. Es un modelo útil para el diseño y experimentación del fenómeno de cocción de un alimento en una olla destapada facilitando evidenciar las políticas de intervención (acciones que determinan un uso eficiente de la energía) sobre el fenómeno mismo. Además, integra variables importantes del fenómeno las cuales son la temperatura de cocción y tiempo de cocción de un alimento. (Ver Apéndice F)

Figura 14.

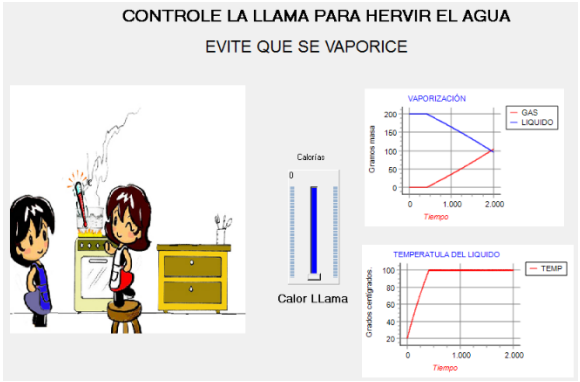
Modelo 5 Olla Destapada



Este modelo conduce al estudiante a reflexionar sobre consumo energético que está asociado a la acción de evaporar planteando que la mejor forma de optimizar su consumo es cocinar con la olla tapada para evitar las pérdidas de calor asociadas al proceso de evaporación.

Figura 15.

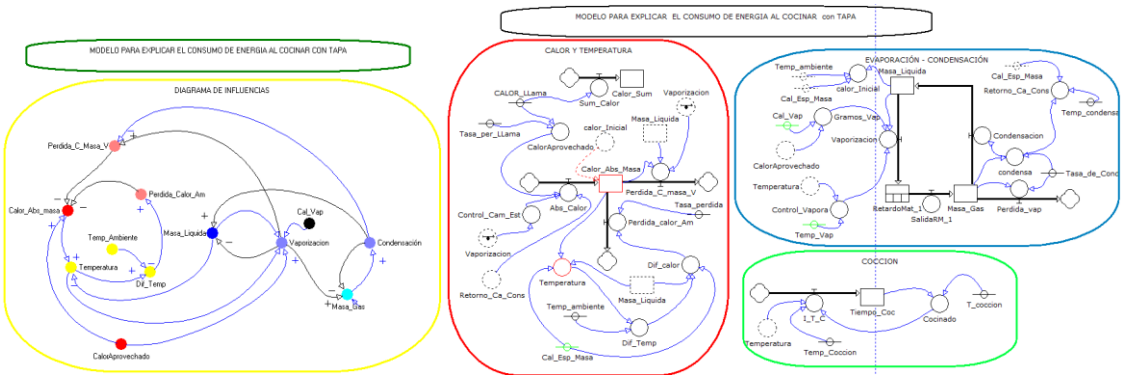
Simulación Modelo 6



Modelo 6 Modelo Cocina - Olla Tapada. El modelo 6 es una secuencia del modelo 5 en el cual se incluye el concepto de condensación que ocurre en una olla tapada al cocinar. Es importante resaltar que este modelo permite entender al estudiante que esta forma de cocinar le permite disminuir la masa de líquido empleada en una preparación, pero además le orienta que dicha acción es una medida que disminuye el consumo de energía. (Ver Apéndice F)

Figura 16.

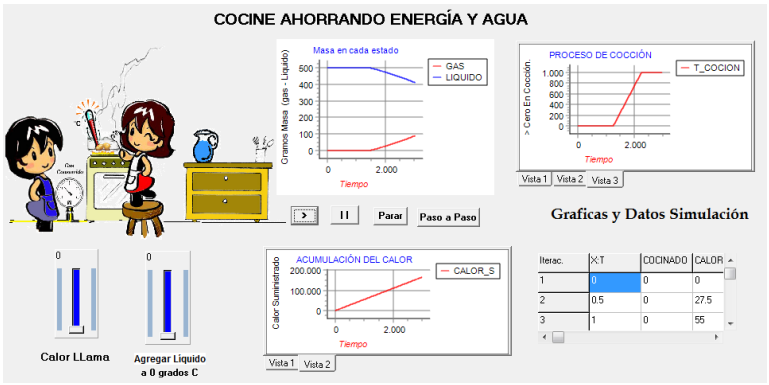
Modelo 6 Olla Tapada



Este modelo conceptualmente facilita entender que al tapar la olla se genera el proceso de condensación donde parte del vapor retorna a la olla al condensarse, pero además que el calor asociado a ese vapor condensado contribuye en el proceso de cocción pues se reduce el gasto de energía.

Figura 17.

Simulación Modelo 6



4.3.5 Fase V Ejecución

Consiste en la ejecución misma de todo lo planteado en la fase IV (Apéndice A) para actuar sobre el problema visto en la fase I, con lo que se obtiene información para poder evaluar la propuesta dada en la fase II y todo lo definido en la fase IV. Una vez finalizada la experiencia se analizan los datos y se evalúan, lo cual permite formular los planes de mejora útiles que serán incluidos en futuras experiencias, dando inicio a un nuevo ciclo de investigación – acción. (Ver Capítulo 5)

4.4 Instrumentos para la Recolección de Información

Para el desarrollo de esta investigación, los instrumentos utilizados para la recolección de información se explican teniendo en cuenta el enfoque expuesto por Latorre (2003) en el libro "La investigación – acción: conocer y cambiar la práctica educativa". Latorre expone que hay tres tipos de técnicas para la recolección de información que son: instrumentos (basados en el análisis de documentos y observación), estrategias (basados en la conversación) y medios audiovisuales.

4.4.1 Instrumentos Basados en el Análisis de Documentos Recolectados

- **Encuesta diagnóstica**: en donde se implementó un cuestionario con preguntas de selección múltiple con única respuesta para recolectar información y con base en esta, realizar un análisis cuantitativo, que permitió evidenciar los modelos mentales de los estudiantes frente al fenómeno de estudio y tener un punto de partida (diagnóstico).
- **Los trabajos entregados por los estudiantes**: en ellos los estudiantes realizaron sus reflexiones, observaciones y respondieron a las preguntas planteadas en las guías didácticas acerca del fenómeno de estudio. Estos entraron a clasificarse como documentos personales sugeridos por el investigador.

4.4.2 Técnicas de Recolección de Información Basadas en Medios Audiovisuales

- **Videos grabados de las clases**: dadas las condiciones impuestas por la situación de aislamiento debido a la pandemia pro COVID-19, y dado que los videos pueden ser usados para grabar una clase, fue posible utilizar esta técnica durante toda la intervención.

4.4.3 Instrumentos Basados en la Observación

- **Diario del investigador (diario de campo)**: estos escritos se centraron en las observaciones, reflexiones, interpretaciones, hipótesis y explicaciones de lo que sucedió durante el desarrollo de la intervención. Los diarios de campo permitieron reunir las actitudes, sentimientos

y creencias evidenciadas desde el punto de vista del investigador una vez finalizada cada actividad planteada en la ejecución de la propuesta.

4.5 Análisis de la Información

Luego de la recolección de la información y su organización se procede a su análisis para lograr comprender el comportamiento de los datos y extraer aquellos resultados que sean de importancia para esta investigación. Por ello, es fundamental organizar la información en cuadros comparativos o matrices categoriales, las cuales facilitan la interpretación y comprensión de los datos, extrayendo unidades de análisis sobre las cuales es posible establecer detalladamente el impacto de la investigación.

Para realizar el análisis de la información se establecen dos categorías, aprendizaje y pensamiento, las cuales a su vez tienen unos descriptores específicos (sub-categorías) que facilitan el análisis de la información.

4.5.1 Categorías de Análisis de la Investigación

En el desarrollo de un proceso de investigación- acción, enfocada a la educación, es indispensable definir las categorías y subcategorías a abordar. A este respecto Restrepo Gómez (1997) indica que: dichas categorías son los referentes para recoger información y emprender luego su análisis ya que la investigación cualitativa no utiliza variables, por lo tanto, carecer de ellas lleva a la improvisación en el proceso de análisis.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseñaron dos matrices categoriales para analizar, sistematizar, interpretar y comprender la información recolectada durante la investigación (Cáceres, 2003) las cuales pueden ser consultadas en los Apéndices H e I.

Las matrices categoriales diseñadas reflejan la información de interés de la siguiente manera: La primera matriz, evidencia la información recolectada durante los momentos uno y dos de implementación de la propuesta pedagógica investigativa, las cuales reflejan los resultados de la encuesta, texto instructivo (receta cómo cocinar el arroz) y la primera parte de la rutina de pensamiento antes pensaba. La segunda matriz refleja la información recolectada durante los momentos dos, tres y cuatro, en los que se refleja los resultados de la rutina de pensamiento ahora pienso, grupo de discusión "qué estamos haciendo mal y planteemos los cambios necesarios" y aplicación de los saberes aprendidos con opinión de los padres. Estas dos matrices representan el eje fundamental para el análisis de los resultados obtenidos a lo largo del proceso de investigación.

5. Análisis de Resultados

Este capítulo presenta la interpretación de los datos recopilados a lo largo de esta investigación, obtenidos de acuerdo con las técnicas e instrumentos descritos en la metodología de investigación. El análisis se sustenta en diferentes niveles, categorías conceptuales y observaciones que permitieron examinar las actividades propuestas en la unidad de aprendizaje "***La cocina un lugar para cambiar el mundo****"* que integra la DS y el MS como herramientas lúdicas para promover los procesos de aprendizaje y pensamiento sistémico.

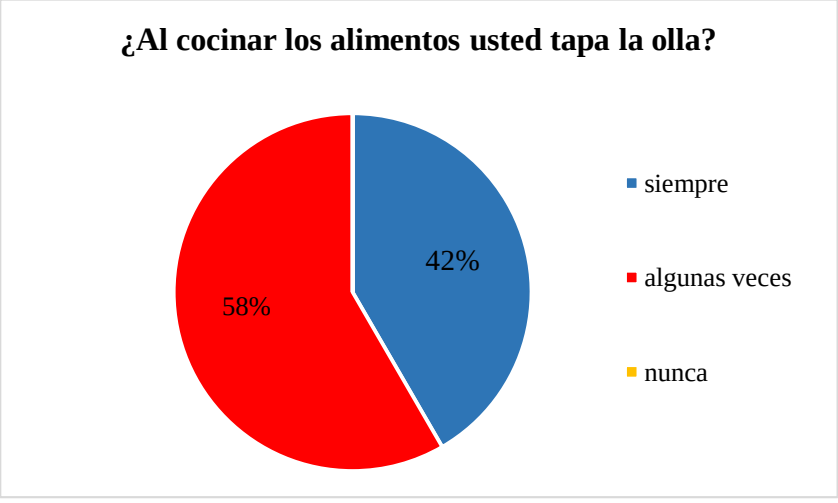
Importante resaltar que en este capítulo se usan convenciones para proteger el anonimato de los participantes (Ejemplo: E1 hasta E12: estudiantes, VD: videos, DC: diarios de campo) y citas textuales que se identifican por estar en letra cursiva.

5.1 Análisis de Resultados Momento 1

A continuación, se reportan los resultados y los análisis de cada pegunta obtenidos a partir de la aplicación de la encuesta (Apéndice B), la cual tiene como objetivo identificar los modelos mentales predominantes (pre saberes), que reemplazan la mediación de los conceptos científicos, al abordar los procesos de cocción de alimentos al interior de los hogares de cada estudiante perteneciente a la muestra poblacional. Los resultados obtenidos de la primera pregunta se muestran en la Figura 18.

Figura 18.

Resultados Obtenidos en la Primera Pregunta de la Encuesta.



La pregunta se plantea en un lenguaje natural y sus respuestas están asociadas a lo que los estudiantes observan en casa (realidad), su experiencia o la de sus padres al desarrollar procesos de cocción en su hogar. Analizando la gráfica vemos que un 58% de los estudiantes seleccionaron la opción “algunas veces” esto indica que en dichos hogares no se hace un uso ineficiente de la energía en los procesos de cocción puesto que al no tapar la olla las pérdidas de calor por

convección natural se maximizan, por lo cual es necesario suministrar más energía para lograr la cocción de un alimento.

Por otra parte, el 42% de los estudiantes seleccionaron la opción "SIEMPRE" lo cual es el ideal al realizar un proceso de cocción, puesto que, al tapar siempre la olla se alcanza el punto de ebullición del agua más rápido y en segundo lugar se minimizan las pérdidas de calor con el ambiente. Este resultado se contrastó con la actividad 2 en la cual se construyó un texto instructivo de cómo cocinar arroz, evidenciando que la totalidad de los alumnos indicaron que al inicio de la cocción del arroz la olla debe estar destapada. Además, se realizó una actividad de discusión con los estudiantes en la cual se socializaron los resultados de la encuesta, en este espacio se indagó a los estudiantes que seleccionaron la opción "siempre" a partir de ejemplos: (*VD2.0 min 11:54 ¿Al cocinar chocolate en su casa lo hacen con la olla tapada o destapada? RTA E5 destapada*. Al evidenciar que en dichos casos no se cumplía su respuesta reflexionaron y la cambiaron (*VD2.0 E7 min 15:22 Profesor yo respondí siempre porque como mi mamita es la que cocina acá en la casa yo le pregunté cuál de esas y ella me dijo que respondiera siempre, pero pues yo marqué siempre, pero pues es algunas veces. E4 min 16:49 Profe yo respondí siempre, pero la respuesta adecuada sería algunas veces profesor).* Por lo tanto, se pudo corroborar que a pesar de que el 42% indicaron que siempre tapan las ollas esto no se ajusta a la realidad, entonces se concluye que en el 100% de los hogares se emplea más energía de la requerida para hacer la cocción de los alimentos. Esto indica que el aprendizaje no es significativo ya que los conceptos no se aplican en situaciones cotidianas de la vida del alumno.

Antes de finalizar la discusión de esta pregunta, se hizo énfasis en el tema de eficiencia energética preguntando: *VD2.0 min 13:35: ¿Sí quisiéramos ahorrar energía al momento de cocinar ustedes que recomendarían tapar o destapar la olla? RTA E5, E10 y E12 tapar la olla*

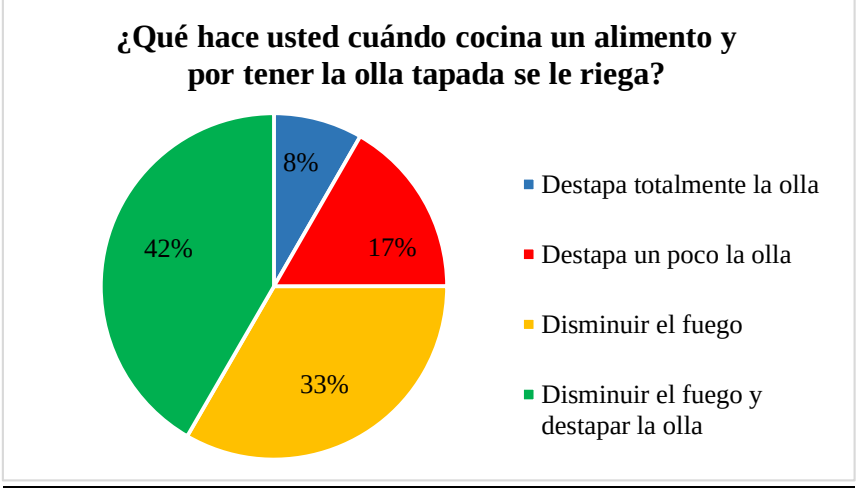
profesor ¿Por qué? RTA E12 y E10 Por que se cocina más rápido profe, E12 min 14:44 Profesor es que el vapor ayuda al alimento a cocinar más rápido. Esto permitió conocer pre saberes y lanzar otra pregunta mediadora: Entonces, *VD2.0 min 18:32 ¿si siempre cocinamos con las ollas destapadas ahorramos energía? RTA E4 No señor. ¿Y al gastar más energía que pasa con el recibo del gas? RTA E4 llega, caro estando E1 a E12 de acuerdo.* Esto les permitió a los alumnos asociar el aspecto económico al consumo ineficiente de la energía.

Por último, el análisis terminó con una recomendación por parte de los alumnos la cual es, que siempre debemos cocinar con las ollas tapadas para ahorrar energía.

Los resultados obtenidos en la segunda pregunta se muestran en la figura 19.

Figura 19.

Resultados Obtenidos en la Segunda Pregunta de la Encuesta



Analizando la gráfica vemos que un 8% de los estudiantes seleccionaron la opción “destapa la olla totalmente” y un 17% seleccionaron “destapa un poco la olla” siendo estas decisiones conceptualmente erróneas puesto que al destapar la olla se libera calor, pero no se soluciona el

problema, el cual está siendo generado por el suministro de calor en exceso que aumenta la velocidad de evaporación que provoca que la preparación se riegue. Además, esto indica en primer lugar que no se tiene presente que, al alcanzar en punto de ebullición, la temperatura es constante y, por lo tanto, solo se requiere un suministro mínimo para mantener la preparación a esta temperatura.

Por otra parte, un 42% de los alumnos seleccionaron la opción "disminuir el fuego y destapar la olla" siendo la acción inicial correcta puesto que al disminuir el fuego se soluciona el problema ya que la velocidad de evaporación disminuye lo que evita que la preparación se siga derramando. El error conceptual al seleccionar esta respuesta se da puesto que al destapar la olla se maximizan las pérdidas de calor por convección con el ambiente y esto hace que tengamos que suministrar más energía para realizar la preparación.

Finalmente, solo un 33% de los alumnos seleccionaron la opción "disminuir el fuego" siendo la opción viable y que determina un actuar mediado por el conocimiento científico al operar la cocina, puesto que con esto garantizamos una disminución en la velocidad de evaporación lo cual evita que el líquido continúe regándose y suministramos solo el calor necesario para mantener el líquido a temperatura de ebullición. Con esta pequeña acción se garantiza un uso eficiente de la energía.

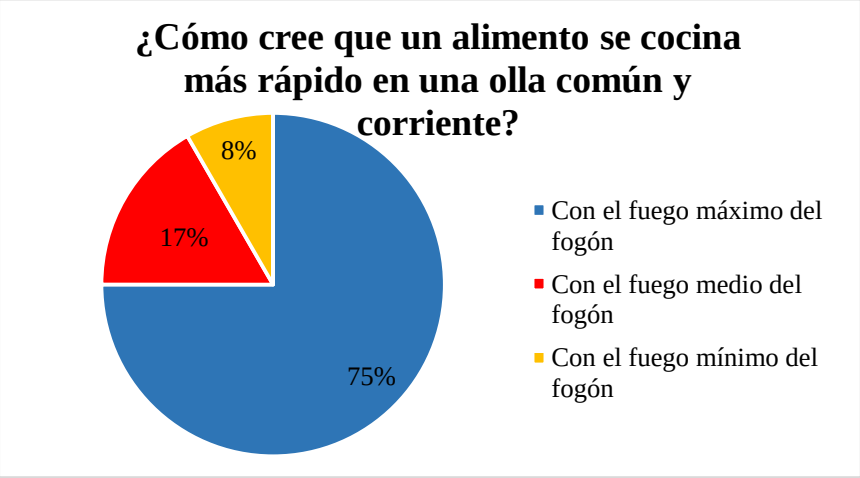
Algo importante por resaltar es que al realizar la discusión de la pregunta y hacer un pequeño análisis en grupo, las respuestas de los estudiantes se fueron decantando por las opciones "disminuir el fuego y destapar la olla" en primera medida y como segunda opción "disminuir el fuego". Las explicaciones destacadas fueron: *VD2.0 min 21:50 ¿qué hace usted cuando está cocinando un alimento y por tener la olla tapada se le riega? RTA E7 min 24:25 Disminuye el fuego profesor porque si no lo disminuye se riega todo eso. Profe yo elegiría disminuye el fuego*

porque si usted deja el fuego así ella (la preparación) sigue hirviendo y ahí si se le riega. E5 min 25:01 Al disminuir el fuego y destapar la olla lo que vamos a hacer es que el vapor salga y lo que hace es que se disminuya (Nivel), Por ejemplo, la leche la leche empieza a hervir y se empieza a regar, entonces se va bajando al disminuir el fuego y al destaparla todos los vapores van saliendo y ahí ya se controla. Estas explicaciones generaron aceptación en los integrantes del grupo, por lo que el 8% que seleccionaron la opción "destapa la olla totalmente" y el 17% que seleccionaron "destapa un poco la olla" entendieron que la respuesta dada no era la más acertada y cambiaron de parecer. Esto momento permitió un aprendizaje significativo a través del trabajo en equipo parte fundamental en el desarrollo del pensamiento sistémico.

Los resultados obtenidos en la tercera pregunta se muestran en la figura 20.

Figura 20.

Resultados Obtenidos en la Tercera Pregunta de la Encuesta.



Esta pregunta evidencia que el 75% de los estudiantes poseen un modelo mental que les indica que a mayor suministro de calor más rápido se cocinan los alimentos (justificando esta respuesta con la expresión "es lógico"), dejando de lado las explicaciones científicas que indican que una vez alcanzado el punto de ebullición la temperatura es constante y por lo tanto el tiempo de cocción de los alimentos no disminuye al aumentar el suministro de calor.

Por otra parte, el 17% de los estudiantes selecciono la opción "con fuego medio del fogón" y el 8% restante selecciono la opción "con el fuego mínimo del fogón". Es importante resaltar que la justificación de su respuesta giro en torno a lograr una cocción uniforme de los alimentos y evitar que los alimentos preparados se quemaran durante el proceso, lo que evidencia cierto grado de experiencia al realizar los procesos de cocción. *VD2.0 min 29:12 E7 Profesor es que no importa si se tarda mucho, pero se cocina mejor, en cambio sí le coloco el fuego máximo se evapora el agua o lo que estemos cocinando y queda crudo. VD2.0 min 29:32 Profe yo estoy de acuerdo con lo que dijo E7 y es verdad ahorita le pregunté a mi mamá y me dijo que con el fuego más rápido se cocina más rápido, pero va a quedar crudo por dentro.*

Algo para resaltar es que ningún alumno propuso una forma diferente a las planteadas en las respuestas para lograr una cocción de un alimento en el menor tiempo posible. Por lo tanto, se evidencia que claramente no se aplican los conceptos teóricos ya que la manera más rápida de cocinar un alimento es: en la fase inicial cocinar con el fuego máximo del fogón hasta alcanzar el punto de ebullición (gastando el menor tiempo posible) y una vez alcanzado este punto regular la llama del fogón (suministro de calor necesario) para mantener la preparación a temperatura de ebullición y de esta manera gastar la menor cantidad de energía y solamente gastando el tiempo requerido para lograr una cocción adecuada, resaltando que la olla siempre debe estar tapada para minimizar las pérdidas de calor.

Los resultados obtenidos en la cuarta pregunta se muestran en la Figura 21.

Figura 21.

Resultados Obtenidos en la Cuarta Pregunta de la Encuesta.

Analizando la gráfica 8 vemos que un 67% de los alumnos seleccionaron la opción "El agua se calienta más" lo cual establece que este porcentaje no tiene claro que al alcanzar el punto de ebullición de un líquido la temperatura de este se mantiene constante aun cuando se suministre calor en exceso. Es importante resaltar que durante el análisis de la encuesta se logró identificar los modelos mentales que los condujeron a seleccionar esta respuesta.

VD2.0 min ¿Qué pasa cuando el agua está hirviendo y dejamos el fuego al máximo? RTA E3 y E5 el agua se calienta más, ¿Por qué saben ustedes que el agua se calienta más? RTA E7 por que hace burbujas, o sea unas olitas que usted mira. ¿Entonces si el agua hace muchas burbujas quiere decir que está más caliente? RTA E2 y E7 si profesor porque el agua está hirviendo. E9 min 39:20 El agua se calienta más, por que empieza a echar humo E4 el agua

empieza a evaporarse. VD2.1 min 6:05 ¿Si empieza a salir más vapor quiere decir que se pone más caliente? RTA E10, E3, E4, E5, E7, E2 y E11 si profesor. VD2.1 min 2:00 ¿Si el agua está hirviendo y tiene pocas burbujas? RTA E7 entonces el agua no esta tan caliente. Entonces ¿Si el agua está hirviendo y tienen muchas burbujas el agua está más caliente? RTA E8 El agua está más caliente porque está hirviendo más y empieza a evaporarse más.

El primer modelo mental se centra en la cantidad de burbujas (turbulencia dentro de la olla) como indicador de temperatura, por lo tanto, en el imaginario del estudiante si el agua hierve, pero solo desprende pocas burbujas la temperatura puede aumentar si suministramos más calor, por lo tanto, a mayor cantidad de burbujas (turbulencia) mayor será la temperatura. El segundo modelo mental identificado se relaciona con la cantidad de vapor que sale de la olla, por lo tanto, si el líquido hierve, pero desprende poco vapor la temperatura no es la máxima es por ello que al aumentar el suministro de calor el líquido desprenderá más vapor lo que ellos relacionan con un aumento de temperatura. Siendo estos dos modelos mentales incorrectos, puesto que dejan de lado el concepto de temperatura de ebullición.

Por otra parte, un 33% de los estudiantes seleccionaron la opción "el agua sigue igual de caliente" siendo esta la opción correcta. Las justificaciones más destacadas de esta respuesta durante el análisis se expresan a continuación: *VD2.1 min 3:36 ¿Qué pasa cuando el agua está hirviendo y dejamos el fuego al máximo? RTA E1: Profesor, cuando ya el agua está hirviendo completamente no se va a calentar más porque se va a secar. O sea, él está hirviendo y ahí cómo se va a calentar más si ya está completamente hervido. E7 Profe el agua se evapora o se seca, pero no se va a calentar más porque ya se ha hervido completamente.* Las cuales, desde un

lenguaje natural permiten observar que se tiene claro que la temperatura no aumenta una vez se alcanza el punto de ebullición, pero falta esa relación con los conceptos teóricos.

Ahora se exponen los resultados obtenidos durante la aplicación de la actividad dos (Apéndice C) denominada como se cocina en casa, que tuvo como eje central la construcción de un texto instructivo por parte de los alumnos en el que se narra cómo se realiza la preparación del arroz en casa. Del análisis realizado se encontró que dicha preparación se basa en un modelo mental construido a través de la tradición oral y la práctica cotidiana que se estableció como una costumbre, lo cual genera un uso ineficiente de la energía. Este modelo mental limita la contextualización de los saberes (conceptos teóricos y explicaciones científicas) que el estudiante aprende en el aula, puesto que en su imaginario ha crecido con la idea de que esa forma de cocinar el arroz es la única y la correcta.

El análisis comparativo de los textos instructivos desarrollados por los estudiantes se centró en identificar similitudes y diferencias en el proceso de cocción del arroz realizado en los diferentes hogares objeto de estudio. *VD2.1 min 9:00 ¿Cómo se cocina el arroz en casa? RTA E5, E7, E11, E2, E3, E7, E1, E4, E10 y E12 describen la experiencia. ¿Con quién encontraron similitudes? RTA min 26:05 E7 con E9, profe con la mayoría. VD2.1 min 26:50 las similitudes encontradas fueron: ¿por cada pocillo de arroz cuánta agua debo echarle? RTA E7 dos, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E9, E10, E11, E12 el doble. Min 27:15 ¿Al inicio de la preparación debemos cocinar con la olla tapada o destapada? RTA, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E9, E10, E11, E12 destapada a fuego alto para lograr que el agua se evapore. 27:35 ¿Cuándo el agua se evapore que debo hacer? RTA E1 E9 bajarle el fuego y tapar la olla*. Esto permitió evidenciar ciertos patrones que posibilitaron la construcción de una receta general para cocinar el arroz, que será evaluada y reformulada por

los estudiantes teniendo como base los saberes aprendidos durante el desarrollo de la unidad didáctica diseñada en esta investigación.

Dentro de los patrones identificados se destaca que en el 92 % (11 estudiantes) de los hogares objeto de estudio siempre emplea por cada porción de arroz dos o más porciones de agua para su cocción, este proceso se caracteriza por cocinar inicialmente con la olla destapada a fuego alto hasta que el agua se evapore; una vez pasa esto, se tapa la olla y se disminuye el fuego al mínimo. El otro 8% (1 estudiante) emplea por cada porción de arroz 1,5 porciones de agua para su cocción, pues realiza el proceso de cocción en olla arrocera.

La receta general planteada por los alumnos se muestra en la figura 22.

Figura 22.

Receta General para Cocción del Arroz

Esta receta general es el punto de partida para esta investigación, puesto que será objeto de análisis en las etapas posteriores en las que, los alumnos evaluaran si se hace un uso eficiente de la energía, observaran las deficiencias y plantearan los cambios necesarios para cocinar arroz haciendo un uso eficiente de la energía. Lo que finalmente se traducirá en una reformulación en la manera de preparar el arroz.

5.2 Análisis de Resultados Momento 2

A continuación, se reportan los resultados de la actividad 3 (Apéndice D y E) enfocada en la actividad antes pensaba y en el suministro de información que le permitió al estudiante tener un acercamiento con el fenómeno de estudio y los conceptos teóricos relacionados, con el fin de que el estudiante profundice y reconstruya su modelo mental y que, con esto desarrolle un proceso dirigido de aprendizaje. La actividad 4 (Apéndice F) se centró en el desarrollo de clases integradas con DS abordada a través del MS en el software EVOLUCION 5.0, con el objetivo de desarrollar habilidades de pensamiento sistémico necesarias para comprender y explicar el fenómeno de estudio de una forma holista.

La actividad numero 3 permitió evidenciar que los estudiantes han abordado los conceptos asociados al fenómeno de cambio de estado de una sustancia en su formación escolar, pero no comprenden, ni pueden explicar, ni contextualizar dichos conceptos, dado que el proceso de enseñanza aprendizaje se ha orientado en memorizar palabras sin significado limitando la comprensión y aplicación de conceptos. Esto se sustenta al preguntar. *VD3.0 min 32:10 ¿Cuáles son los estados fundamentales de la materia? RTA E4 líquido sólido gaseosos y me falta uno profe. E1 y plasma E4 eso y plasma.* Respuestas inmediatas que evidencian un aprendizaje memorístico, que se contrasta cuando se cuestiona sobre: *RAP1 (VD3.0) min 01:00 ¿Qué es un cambio de estado*

de una sustancia? RTA E11 es un cambio de la temperatura. En donde inmediatamente los estudiantes no encuentran una explicación y solo un estudiante responde con poca claridad. Por otra parte, al preguntar: *RAP1 (VD3.0) min 10:00 ¿Por qué ocurren los cambios de estado? RTA E4 min 10:00 por el frio y el calor, E10 min 11:59 por el calor, E2 por los cambios de temperatura entre más alta más calor y entre más baja más frio, E7 min 15:34 porque en este tiempo hace calor y sacamos un hielo de la nevera el calor lo va derritiendo y así el agua se va poniendo tibia, E11 min 16:02 por el aumento o disminución de temperatura.* Se encuentran algunas explicaciones que reflejan modelos mentales que carecen de apropiación de conceptos teóricos y casi ninguna asociación con fenómenos cotidianos.

Algo importante por resaltar es que el concepto de temperatura de ebullición se expresa de forma correcta desde un lenguaje natural puesto que al preguntar: *RAP1 (VD3.0) min 25:00 ¿Qué es la temperatura de ebullición? RTA E4 E12, E11 min 29:20 es la temperatura a la que un líquido hierve, E11 28:10 el punto de ebullición es cuando algo hierve, E9, E1, E5, E2 min 28:34 – 29:12 es cuando un líquido se transforma en vapor.* Esto permite concluir que en sus experiencias de formación dicho concepto se asoció a un fenómeno cotidiano (hervir) lo que permitió su apropiación que garantizo un aprendizaje significativo.

A partir de lo anterior se desarrolló la clase de construcción teórica llevada a cabo con soporte de recursos TIC (videos, presentaciones) en la cual los estudiantes se mostraron muy atentos participando activamente y emitiendo expresiones tales como: *VD3.1 min 12:00 ¿Qué tal les parece esta dinámica de aprendizaje con videos? RTA E4 chévere. RTA E9 me parece más didáctica RTA E12 es una actividad muy buena y viendo los videos entendemos mejor los conceptos. E4 profe nos pasa los videos por el WhatsApp.* Esta actividad permitió consolidar conceptos que se aplicaron de forma continua en las clases integradas con dinámica de sistemas.

Las clases integradas con dinámica de sistemas (Apéndice F) se presenta al docente como guía u orientados del aprendizaje, en donde su función está más centrada en la mediación, permitiéndole al estudiante construir conocimiento. En ese sentido el rol del docente no fue ofrecer respuestas sino tratar de establecer una construcción y reconstrucción de modelos mentales a partir de los diagramas causales y participaciones de los estudiantes, que se generan a través de las preguntas mediadores.

Dicha experiencia parte de la aplicación del juego entrada salida cuyo objetivo es identificar la dinámica de cambio en el tiempo de una variable y lo que la hace cambiar. Un aspecto importante de esta actividad es la construcción e interpretación de gráficas, que los niños asocian al área de matemáticas expresando lo siguiente. *VD4.1 min 03:10 al presentar el ejemplo de grafica para registrar los resultados del juego entrada salida E9 expresa lo siguiente: Ah profe ya me acordé eso se hace en matemáticas.* Lo cual pone en evidencia el modelo fragmentario del conocimiento que lleva a pensar al estudiante que los conocimientos se dividen en materias.

Es importante resaltar que esta actividad permitió darle sentido a ese saber matemático que el estudiante posee, indicándole que cualquier fenómeno de cambio se puede representar a través de graficas que nos permiten leer tendencias (creciente, decreciente y constante) dando sentido a la información que se representa en dichas gráficas, para lograr esto se trabajó a través de preguntas mediadoras:

- *VD4.1 min 39:27 ¿en el juego entrada salida que ocurre de la jugada 0 a la jugada 2? RTA se mantiene igual E10 y VD4.2 min 02:00 E4 Se mantiene constante.*

- *VD4.1 min 39:58 ¿en el juego entrada salida que ocurre de la jugada 2 a la jugada 5? RTA E10 empieza a subir y VD4.2 min 02:10 E4 ocurre un desbalance que hace que la tendencia suba.*

- *VD4.1 min 39:58 ¿en el juego entrada salida que ocurre de la jugada 5 a la jugada 10? RTA E10 va bajando, disminuye.*

Esta actividad promovió los procesos de pensamiento puesto que inconscientemente los estudiantes *VD4.1 min 19:56 E1 a E12 realizan operaciones matemáticas básicas (suma y resta) de forma didáctica a través de fichas (lentejas, frijoles, etc.) para predecir los resultados en cada jugada del juego entrada salida.* Además, se plantearon situaciones que los llevo a pensar en los resultados como, por ejemplo: *VD4.2 min 05:07 ¿Qué pasaría si al inicio de juego entran cero y salen 5? RTA E1 cero, nada quedaría. E4 min 05:45 profesor también podríamos irlo subiendo digamos entran 9 salen 6.* Otro aspecto importante teniendo en cuenta que la actividad se desarrolló a través de un encuentro sincrónico en Zoom fueron los procesos de aprendizaje entre pares, trabajo colaborativo pues en la construcción de la gráfica un estudiante explico el proceso a sus compañeros: *VD4.1 min 31:49 E10 muestra a sus compañeros la forma correcta de graficar los resultados del juego entrada salida.* Entendiendo la explicación de los compañeros lograron construir la gráfica a partir de los datos registrados en una tabla.

El juego entrada salida como herramienta lúdica de aprendizaje derivo en gran participación, disposición, entusiasmo y alegría por parte de los estudiantes, dado que aun cuando el tiempo de clase finalizó expresaban su disposición por continuar jugando (continuar con más jugadas), actitud importante de resaltar en este análisis, ya que esto permitió extrapolar los resultados obtenidos en la gráfica a situaciones cotidianas de la vida del estudiante como por

ejemplo: DC3 el proceso de calentamiento y enfriamiento de una sustancia, la dinámica poblacional de una especie (natalidad, ,mortalidad), el consumo de gas en una casa.

VD4.2 min 07:38 en una población cuando se da un crecimiento ¿cuándo mueren más de los que nacen o nacen más de los que mueren? RTA E10, E5 y E4 Cuando nacen más de los que mueren. Min 07:56 y que ocurre en el caso contrario ¿Cuándo mueren más de los que nacen? RTA E4 y E10 disminuye profe.

VD4.2 min 08:59 cuando hervimos agua y encendemos el fuego ¿Qué ocurre con la temperatura del agua? RTA E10 va a subir, E1 aumenta. VD4.2 min 09:20 cuando el agua hierve y apagamos el fuego ¿Qué ocurre con la temperatura del agua? RTA E10 se va enfriando hasta que se pone al clima. E4 disminuye.

Siendo este un ejercicio de desarrollo del pensamiento que permite el aprendizaje significativo del concepto de cambio. Una vez realizado este proceso introductorio a la DS se procedió a realizar la introducción al software EVOLUCION 5.0 tomando como base el modelo de entrada salida en evolución, del cual se realizó una ampliación del análisis tal como se muestra a continuación:

VD4.3 min 13:02 análisis del juego entrada salida en Evolución Qué ocurre cuando ingresan más de los que salen, en este caso entran 5 y salen 2. E12 Pues profe quedarían 3 en el cuadro, aumentaría. Min 14:00 E12 logra pronosticar los resultados del modelo, indicando que para este caso el aumento es de 3 en cada jugada.

VD4.3 min 15:30 si las entradas son mayores a las salidas ¿qué ocurre en el cuadro? RTA E4 min 23:39 se empiezan a acumular. Y ¿qué ocurre si entra la misma cantidad de los que salen? E4 min 24:27 sigue la misma cantidad.

VD4.3 min 25:00 En este juego ¿qué es lo que cambia? RTA lo que está en el cuadro. Y ¿Qué lo hace cambiar? RTA E4 la cantidad de entrada y salida profe.

El uso del software fortaleció los procesos de pensamiento de los estudiantes y consolido el concepto de cambio, a través del aprendizaje en equipo.

Acto seguido se procede a construir el modelo denominado "Como fluye el calor" eje fundamental en el proceso de aprendizaje de la dinámica de sistemas ya que parte del concepto teórico (modelo en prosa) aprendido durante la explicación de conceptos teóricos, partiendo de la siguiente pregunta mediadora:

VD4.3 min 15:16 con sus palabras expliquen ¿cómo fluye el calor? RTA E8 min 13:36 de mayor temperatura a menor temperatura, E12 min 17:05 bueno profe yo más o menos le explico con un ejemplo, es como agua caliente y agua fría, como el agua caliente tiene mayor temperatura que el agua fría, entonces pues al echarla toda el agua se vuelve como tibia y entonces queda a la misma temperatura en un equilibrio más o menos así fluye el calor. ¿Entonces el calor fluye hasta que momento? RTA E12 hasta que los dos cuerpos se igualan su temperatura E4 por ejemplo profe el agua tiene mayor temperatura que otra entonces el calor fluye de lo caliente a lo frio. ¿Y cuándo deja de fluir el calor? RTA E4 cuando las dos temperaturas tienen el mismo grado.

VD4.2 min 11:33 Cuando saco una botella de la nevera de donde a donde fluye el calor ¿de la botella hacia el ambiente o del ambiente hacia la botella? RTA E10 del aire hacia la botella, la botella esta fría y el ambiente está haciéndola calentar para que quede al clima por eso suda.

Finalmente, se construye un modelo en lenguaje de prosa que recoge los aportes de los alumnos *VD4.3 min 27:42 definición de como fluye el calor: E4, E1, E11 Y E12. "el calor siempre fluye desde un cuerpo con temperatura elevada hacia un cuerpo con baja temperatura, este proceso ocurre hasta que la diferencia de las temperaturas de los dos cuerpos es cero. VD4.4 min 04:22 ¿Cómo fluye el calor? RTA E7 el calor fluye de un cuerpo con temperatura elevada hacia un cuerpo con baja temperatura, este proceso ocurre hasta que las temperaturas se igualan.* Este nivel de argumentación sobre el concepto de como fluye el calor evidencia que la fase de apropiación de conceptos teóricos permitió a los estudiantes interiorizar el concepto asociándolo a ejemplos cotidianos (visión compartida) que fueron abordados en la actividad 3 dando como resultado un aprendizaje con significativo y con aplicabilidad.

Se procede a representar este concepto en un diagrama causal o de influencias en el Software EVOLUCIÓN 5.0 DC4 tomando como base las variables que intervienen en el flujo de calor entre dos cuerpos.

VD4.3 min 33:15 si existe una diferencia de temperaturas entre dos cuerpos ¿qué ocurre? RTA E4 hay un flujo de calor. Entonces, ¿qué ocurre con la temperatura del cuerpo del cuerpo de baja temperatura (frio)? RTA E4 aumenta. Entonces el aumento lo llamaremos una relación positiva (+) tengámoslo en cuenta. Pero ¿qué ocurre con la temperatura del cuerpo de alta temperatura (caliente) cuando fluye el calor? RTA E4 disminuye. Lo cual se representa como una

relación negativa (-). Esta explicación se llevó a cabo construyendo el diagrama en el software evolución.

La construcción de este modelo de influencias o diagrama causal les permitió a los estudiantes entender la relación entre las variables que intervienen en el fenómeno (visión holista) entre las que se destacan, flujo de calor, calor acumulado y temperatura. Esto permitió construir de forma más sencilla el modelo de flujos y niveles el cual los estudiantes entendieron inmediatamente ya que lo relacionaron con el juego entrada salida. Las intervenciones que sustentan lo anterior se muestran a continuación.

VD4.4 Min 07:16 Podemos afirmas ¿Qué al aumentar el calor acumulado en un cuerpo su temperatura? RTA E6 va a ser mayor. E7 min 10:08 pues la temperatura se eleva. E3 min 13:45 aumenta la temperatura.

VD4.4 min 12:05 Cuando dos cuerpos están en contacto y entre ellos hay una diferencia de temperatura ¿qué ocurre? RTA E11 y E3 hay un flujo de calor. E3 haciendo que aumente la temperatura del más frio.

VD4.4 min 15:52 ¿Qué ocurre con la temperatura de un cuerpo A que está caliente cuando se pone en contacto con un cuerpo B que esta frio? RTA E11 se igualan las temperaturas ¿pero para que se igualen que debe ocurrirle a la temperatura de A? RTA E12 Disminuye E4 baja. Min 15:40 y ¿qué ocurre con la temperatura de B? RTA E4, E12, E5, E1 aumenta (respuestas dadas antes de correr el modelo).

Es importante resaltar que estas intervenciones se realizaron antes de correr el modelo de flujos y niveles y hacer un análisis de las gráficas de resultados de la simulación. Por lo tanto, se evidencia la claridad en el concepto de transferencia de calor (flujo de calor) entre dos cuerpos, se destaca que aun cuando los estudiantes cursan octavo grado pudieron comprender perfectamente este concepto termodinámico. Teniendo en cuenta lo anterior es importante resaltar que la construcción relaciones causales y multicausales a través de los diagramas de influencias son un recurso pedagógico sumamente valioso que promueve un aprendizaje significativo y el desarrollo del pensamiento.

Finalmente se realizó el análisis grafico que permitió corroborar a los estudiantes sus afirmaciones, de esta actividad se tienen las siguientes intervenciones:

VD4.4 min 17:40 Simulación Modelo 1: ¿Qué ocurre con el calor acumulado del cuerpo A? RTA E11 disminuye y ¿Qué ocurre con el calor acumulado del cuerpo B? E11, E12, E3 aumenta.

VD4.4 min 18:15 Simulación Modelo 1: ¿Qué ocurre con la temperatura del cuerpo A? RTA E3 disminuye. Y ¿que con la temperatura de B? RTA E3 aumenta hasta que las temperaturas se igualen. VD4.4 Min 18:40 En ese momento alcanzamos el equilibrio? RTA E1 térmico.

VD4.4 min 19:38 ¿Qué ocurre con el flujo de calor cuando la diferencia de temperatura entre dos cuerpos es igual a cero? RTA E5 no ocurre nada. E3 siguen iguales las temperaturas. E1 min 26:40 ya no hay flujo de calor.

VD4.4 min 20:10 ¿Qué ocurre cuando servimos un vaso de agua helada y lo dejamos sobre la mesa? RTA E4 se enfría, no mentiras, se caliente, min 20:57 entonces de donde a donde fluye el calor RTA E4 del aire hacia el agua fría.

Las anteriores intervenciones muestran que los alumnos no solo han construido una explicación científica de como fluye el calor, sino que, su capacidad de análisis es significativamente mejor que al inicio de la experiencia y dicho lo anterior se debe resaltar que la influencia de la DS en estos resultados, especialmente la experiencia lúdica del juego entrada – salida que brindó las bases que les permite a los estudiantes entender el cambio de cualquier variable. Al finalizar se jugó con el simulador del modelo para ver de forma gráfica y simultanea los cambios que ocurren en este fenómeno termodinámico.

El modelo 2 denominado "aumento de temperatura en función del suministro de calor". Se abordó siguiendo la metodología de prototipos de complejidad y cobertura crecientes, por lo tanto, este modelo incorpora dos variables (masa y calor específico) nuevas en referencia a las variables del modelo anterior. Pues el objetivo es que el estudiante comprenda que el aumento de temperatura de una sustancia en función del suministro de calor depende de la cantidad de más y el calor especifico de cada sustancia.

VD4.4 min 30:45 para aumentar la temperatura de un líquido ¿qué debemos tener? RTA E4 un suministro de calor. En nuestro hogar ¿cuál es el suministro de calor más común? E4 yE7 la estufa.

VD4.4. min 31:16 ¿Qué se calienta más rápido una olla pequeña llena de agua o una olla grande llena de agua? RTA E4 una olla pequeña. ¿Por qué a mayor cantidad de líquido? RTA E11 y E5 más se demora.

La pregunta anterior muestra que el niño posee un modelo mental implícito construido a través de sus experiencias que le permite saber que a mayor masa se requiere mayor tiempo para

calentar con un suministro de calor constante lo cual facilita la comprensión de dicho concepto, pero es claro que no asocia ese modelo mental al consumo de energía. Por lo tanto, se hace un análisis del diagrama de influencias importante en la comprensión de la interrelación de las variables y por ende la comprensión del fenómeno. Este modelo mental fue confirmado por los estudiantes a través del modelado y la simulación empleando un análisis de sensibilidad en el software EVOLUCIÓN que les permitió representar la experiencia de calentar diferentes masas de agua manteniendo un suministro de calor constante y finalmente ver de forma gráfica los resultados que comprobaron que su modelo mental era correcto.

VD4.4 min 33:49 Análisis diagrama causal modelo 2: al suministrar calor a un líquido ¿Qué ocurre con el calor acumulado? RTA E2 y E5 aumenta. Por lo tanto, ¿Qué ocurre con la temperatura del líquido al aumentar el calor acumulado? RTA E4 y E7 aumenta profe. Muy bien pero ¿qué ocurre con el aumento de la temperatura cuando la cantidad de masa del líquido aumenta? RTA E7 la temperatura disminuye.

El animador de este modelo como herramienta lúdica pedagógica para afianzar el aprendizaje y los procesos de pensamiento brindo un espacio de reflexión que permitió evaluar el éxito de la experiencia dado el alto grado de apropiación del concepto abordado, esto se sustenta en las siguientes intervenciones de los estudiantes:

VD4.5 min 04:30 Al calentar un líquido en una olla con un suministro de calor constante ¿qué ocurre con la temperatura si yo adiciono más liquido al recipiente? RTA E4 Disminuye, al evidenciar la gráfica E5 indica "Disminuyó.

VD4.5 min 05:10 ahora ¿qué ocurre con la temperatura si yo aumento el suministro de calor? RTA E6 y E4 aumenta más rápido

VD4.5 min 06:21 análisis grafico del animador modelo 2: Al calentar un líquido en una olla con un suministro de calor constante ¿qué ocurre con la temperatura si yo adiciono más líquido al recipiente? RTA E5, E3, E12 disminuye. E4 disminuye el calor y reflexiona al indicarle revisar la gráfica de calor acumulado y corrige disminuye la temperatura

VD4.5 min 08:00 vamos a hacer otra experiencia: ahora queremos calentar muy poquita masa (liquido) RTA E12 min 08:36 se calienta muy rápido. Esto nos indica que si yo quiero calentar una mayor cantidad de masa) vamos a gastar RTA E12 min 09:10 más tiempo

VD4.5 min 17:35 modelo 2 ¿Qué pasaría con la temperatura si mantenemos la masa constante y aumentamos el suministro de calor? RTA E12, E3 Aumenta más rápido la temperatura. Min 18:44 ¿Qué pasaría si mantenemos el suministro de calor constante y aumentamos la cantidad de líquido? RTA E4 la temperatura disminuye, E5 se calienta más lento.

Una vez Apropiados este concepto se aborda el eje central de esta investigación la receta general para preparar arroz que plantearon los alumnos en la actividad 2 con el propósito de centrar los conceptos aprendidos en ese ejemplo en particular.

VD4.5 min 09:40 recuerdan que en la receta general para preparar arroz ustedes adicionan por cada porción de arroz dos porciones de agua para cocinarlo. RTA E11 sí señor. Entonces ¿qué pasaría si adicionamos más poquita agua? RTA E4 min 10:28 para que caliente más rápido. E11 ahorramos tiempo. E12, E9 min 10:49 ***ahorramos el calor****. Bueno y el calor de donde lo obtenemos. RTA E1 del fuego. Muy bien y ¿qué nos llega a la casa para tener fuego?*

RTA E1, E3, E2, E12, E11 min 11:21 el gas. Entonces si ahorramos calor estamos ahorrado ¿qué? RTA min 11:28 E12 gas y dinero.

VD4.5 14:34 al utilizar menos liquido en una preparación usted va a ahorrar RTA E12 Calor.

Este análisis se realiza con la intencionalidad de que los estudiantes empiecen reflexionar sobre los posibles cambios que le pueden formular a la receta general. Además, se orienta el análisis para que el estudiante concluya que entre menor cantidad de agua se emplee en las preparaciones, menor será gasto energético que se representa en un menor consumo de gas y por lo tanto se ahorrará dinero en el hogar. El objetivo de estas reflexiones son el desarrollo del pensamiento sistémico en el cual se crean las condiciones a través de preguntas mediadoras para que el estudiante piense en otros aspectos que se asocian al fenómeno y entiendo el fenómeno como un todo, tal como pasa en la vida, relacionando el aspecto económico y el uso racional de los recursos. A continuación, se expone una reflexión que sustenta este momento de análisis.

VD4.5 min 16:18 Si queremos preparar una sopa y se le echa mucha agua, para que esta preparación esté lista ¿ustedes van a gastar más calor o menos calor? RTA min 16:25 E4 más calor. Y por lo tanto ¿se va a gastar más? E4 va a gastar más gas más dinero y tiempo.

Siguiendo con el proceso de enseñanza se aborda el modelo 3 denominado “aumento de temperatura e función del suministro de calor con pérdidas” este modelo incluye un aspecto importante en los procesos termodinámicos ya que en todos los sistemas de transferencia de energía en forma de calor existen perdidas, el objetivo es que el estudiante identifique esas pérdidas

y al final comprenda las acciones que se deben realizar para minimizarlas. Esta explicación parte del análisis del modelo de influencias tal como se expone a continuación:

VD4.6 min 14:30 queremos hervir una olla de agua entonces le suministramos calor ¿Qué ocurre con el calor acumulado? RTA E10 aumenta, Entonces al aumentar el calor acumulado ¿Qué ocurre con la temperatura? RTA E4 aumenta, Si aumenta la temperatura ¿qué ocurre con la diferencia de temperatura entre el agua y el ambiente? RTA E4 hay mayor diferencia, Por lo tanto, ¿Qué ocurre con las pérdidas de calor? RTA aumentan las pérdidas de calor, E7, E1, E11 lo que genera que el calor acumulado disminuya.

En este punto del proceso de aprendizaje los estudiantes leen de forma fluida los diagramas de influencia, los diagramas de flujo y nivel y las gráficas entendiendo los tipos de relaciones que existen entre las variables y dando sentido a esa información, lo cual demuestra un alto grado de avance en el desarrollo del PS generado a través de la metodología de aprendizaje planteada al tomar como base fundamental la DS, que les permite recrea las explicaciones de un fenómeno de estudio en términos de sistemas retroalimentados. Lo cual los lleva a brindar explicaciones científicas que reflejan el vivir experiencial del estudiante, en el cual relaciona sus conocimientos previos con los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la unidad didáctica, lo cual les permite argumentar con propiedad sus respuestas acerca del fenómeno de estudio como se muestra a continuación.

VD4.6 min 07:18 ¿Por qué se derrite un cubo de hielo cuando lo sacamos del congelador? RTA E4 el hielo esta frio y el aire caliente entonces el calor fluye del aire hacia el hielo por eso se derrite. Entonces ¿Qué ocurre con la temperatura del hielo? E1 min 09:50 aumenta E7 la

temperatura aumenta E4 aumenta hasta que queden iguales (temperatura ambiente). E4 conclusión el hielo se derrite porque el entorno le suministra E4 Calor.

VD4.6 min 11:37 ¿Por qué un café después de servido se pone frio? RTA E4 porque esto, cede calor, E7 porque la temperatura del café es mayor que la del entorno E4 y entonces el calor fluye del café hacia el ambiente.

VD4.6 min 21:40 al iniciar la preparación de un agua de panela al inicio ¿cuándo sacamos agua de la llave a que temperatura esta? RTA E12 ambiente ¿Entonces la deferencia de temperatura entre el ambiente y el agua es? RTA E12, E6 cero.

VD4.6 min 27:03 ¿Qué pasaría si la temperatura de un cuerpo o sustancia es menor que la temperatura ambiente? RTA E7, gana calor y E4, E1, E2, E6, E11 responden de la misma forma. Min 28:03 ¿Qué pasaría si la temperatura de un cuerpo o sustancia es mayor que la temperatura ambiente? RTA E11, Pierde calor, E4, E7 E10, E1, E3, E2, E12, E6 están de acuerdo. Min 29:30 ¿Qué pasaría con las pérdidas de calor si la diferencia de temperatura con el ambiente aumenta? RTA E4 aumentan.

El modelo 4 se caracteriza por ser un modelo con alto grado de complejidad, dado que, se relaciona los conceptos de transferencia de calor, perdidas de calor y cambio de estado (evaporación). Sin embargo, la metodología de complejidad creciente le permitió a los estudiantes el desarrollo del pensamiento a través de su capacidad de análisis gráfico, construcción e interpretación de diagramas causales y multicausales que representan fenómenos termodinámicos complejos, que dejan ver un importante logro en los procesos de aprendizaje. Tal como se muestra a continuación:

VD4.6 min 35:38 Interpretación del diagrama de influencias modelo 4: Si aumenta el suministro de calor ¿qué ocurre? RTA E3 aumenta el calor acumulado. Por lo tanto ¿qué ocurre con la temperatura? RTA E4 aumenta. Si aumentamos la temperatura hasta el punto de ebullición ¿Qué ocurre? RTA E4 la evaporación. ¿Entonces la masa de gas empieza? RTA E4 y E5 aumentar. Si la más de gas aumenta entonces ¿Qué ocurre con la masa de líquido? RTA min 36:39 E4 empieza a disminuir. Entonces cuando el líquido se evapora ¿a qué temperatura está el vapor? RTA E7 a temperatura de ebullición. Por lo tanto, si el vapor sale de la olla ¿Qué ocurre? RTA E5, E7 y E4 empiezan las pérdidas de calor a aumentar. E12 Por qué el calor se va a través de la evaporación. Por lo tanto, si perdemos energía ¿Qué ocurre? RTA E4 más consumo de gas, más gasta plata y E4, E7 y E12 se contamina más.

VD4.7 min 02:18 al cocinar, entre más agua utilicemos en una preparación ¿Qué ocurre? RTA E11 y E5 mayor es el consumo de energía profe.

VD4.7 min 03:03 ¿al cocinar es recomendable evaporar y dejar que ese vapor se escape al ambiente? RTA E1 y E5 No. ¿Qué es lo más recomendable? RTA E5 y E11 Disminuir el fuego a la preparación porque el fuego aumenta la velocidad de evaporación. E11 min '5:20 lo mejor es cocinar evitando que el líquido se evapore profe.

Es importante resaltar que en las anteriores intervenciones los estudiantes relacionan el consumo energético con el aspecto económico y ambiental. Esto permite concluir que su forma de pensamiento analítico reduccionista en el cual prima una visión lineal de la realidad se transforma en un PS que se caracteriza a visión sistémica que fundamentalmente se compone de relaciones, basado en la comprensión de fenómenos por medio de sistemas dinámicos de retroalimentación

(diagramas de influencias). Por lo tanto, su avance en el proceso de aprendizaje y PS queda soportado en las siguientes intervenciones:

VD4.7 min 07:33 a 09:20 los estudiantes interpretan el modelo 4 de flujos y niveles de forma correcta y fácil teniendo presente las relaciones causales del diagrama de influencias. E4, E5, E7, E11, E12, E1 y E2 Si suministramos calor, el calor acumulado aumenta haciendo que la temperatura aumente hasta llegar a la temperatura de ebullición lo cual hace que se active la evaporación y la masa de gas crezca y la de líquido disminuya.

VD4.7 min 10:44 al correr el modelo 4 se presenta la gráfica de temperatura. Entonces ¿qué ocurre con la temperatura? RTA E4 aumenta. Muy bien, y hasta ¿qué punto aumenta? RTA E4 hasta 100 E11 hasta la temperatura de ebullición. En ese instante que ocurre con la masa de líquido grafica 2 RTA E4 y E5 empieza a disminuir. Y ¿Qué ocurre con la masa de gas? RTA E4, E5 y E11 empieza a aumentar. Hasta que el líquido se acaba llega a cero. VD4.7 min 14:22 Cuando se inicia la evaporación ¿qué ocurre con el calor acumulado? RTA E4, E2, E7, E5 y E11 el calor acumulado disminuye llegando a cero. ¿Por qué ocurre esto? RTA E4 porque el vapor se lleva el calor profe Esta actividad se finaliza VD4.7 min 17:50 haciendo un análisis grafico simultáneo jugando con el simulador del modelo número 4.

Nuevamente se aborda el caso de estudio denominado “receta general para cocinar arroz” puesto que es necesario aplicar estos conceptos aprendidos a un ejemplo real y cotidiano del alumno. Además, le permitió al estudiante continuar con su proceso de análisis y evaluación de las prácticas tradicionales de cocción, puesto que en este punto los estudiantes empiezan a dudar si en

sus hogares los procesos de cocción se realizan de la forma correcta. Esto queda evidenciado en el siguiente aparte:

*VD4.7 min 19:36 Recordemos nuestra receta general del arroz en la cual indicamos que al inicio de la preparación se debía cocinar con la olla ¿tapa o destapada? RTA E5 destapada. Entonces ¿**ustedes creen que esa forma de cocinar el arroz es correcta o podemos reformularla y mejorarle algunas coas**? RTA E4 y E5 **Si, debemos discutirla profe E4 porque lo podríamos estar haciendo mal.***

Teniendo en cuenta lo anterior se realizó el estudio de los modelos 5 "Modelo de cocción con olla destapada" y modelo 6 "modelo de cocción con olla tapada2 en los cuales no solo se tiene en cuenta la variable tiempo de cocción de un alimento, sino que además se contemplan fenómenos como el de la condensación al cocinar con la olla tapada lo cual aumenta el nivel de complejidad. Es importante resaltar que debido a que este fue un proceso de aprendizaje progresivo no se presentó limitaciones por parte de los alumnos para comprender los modelos de influencias, pero si se presentó cierta confusión en los modelos de Flujo-nivel debido a su complejidad. Finalmente, esta actividad de modelado y simulación sentó las bases para el desarrollo de la actividad 5 y 6 de la unidad de aprendizaje.

5.3 Análisis de Resultados Momento 3

A continuación, se reportan los resultados de la actividad 5 denominada "¿Qué estamos haciendo mal?, que tiene como propósito fundamental el desarrollo del pensamiento a través de un proceso de análisis por parte de los estudiantes, en el cual evalúan la "receta general para cocinar arroz" desarrollada en la actividad 2. Este análisis se logra luego del avance alcanzado en el

desarrollo de los procesos de aprendizaje que fortalecieron las competencias explicativas y de pensamiento a través del MS bajo la metodología de la DS, que hizo que los estudiantes dudaran sobre si en sus hogares se desarrollaban correctamente los procesos de cocción. Esto permitió iniciar el grupo de discusión a partir de la siguiente indicación.

VD4.8 min 01:22 Bueno, entonces quiero que se hagan a la idea que jamás han preparado arroz y que jamás han cocinado un alimento. Pero quiero que tengan presente todos los conceptos que hemos aprendido hasta el momento para que analicemos la "receta general de cómo preparar arroz", construida en la actividad 2. Dicha receta expone lo siguiente: Para preparar un pocillo de arroz utilizo dos pocillos de agua y lo pongo a cocinar a fuego alto con la olla destapada hasta que se evapore. Eso ¿está bien o está mal? RTA E5, E11, está mal ¿Por qué está mal? RTA E4 porque estaríamos gastando mucha energía. E5 min 01:50 ***Profe yo le tengo una pregunta, si así es la receta general y eso gasta más energía como haríamos ahora que toca gastar menos energía.***

Esta última pregunta de la estudiante E5, nos llevó a un momento corto para recordar las conclusiones obtenidas a través del proceso de aprendizaje.

VD4.8 02:00 Muy bien excelente pregunta ahora es el momento de aplicar lo aprendido en nuestro proceso de aprendizaje. Pensemos en las conclusiones que hemos construido en todo este proceso. Min 07:00 Siempre al cocinar no debemos de utilizar mucha ¿Qué? RTA E1 a E12 Agua. Y otro aspecto importante es que al cocinar debemos tratar de ¿qué? RTA E1 a E12 de no

dejar evaporar. Y si al cocinar el agua se nos evapora ¿qué debemos hacer? RTA E4 tapar la olla para evitar que el vapor salga. E5 disminuir el fuego.

VD5.1 min 03:56 de acuerdo con el modelo de cocción con olla tapada. ¿Quiero saber si al cocinar un alimento con la olla tapada es necesario emplear más o menos agua? RTA E1, E3 menos agua profe. ***E11 profe la receta general de cocinar arroz está mal porque echamos mucha agua.***

Se contrasta la respuesta inicial en la cual indicaban que la receta general era la única forma correcta de hacer arroz. Luego, durante el proceso de aprendizaje a través del MS ponen en duda dicha receta y finalmente al apropiar al construir conocimiento y explicaciones científicas sobre este fenómeno aseguran que no es correcta esa forma de preparar arroz, indicando que en el proceso tradicional de preparación del arroz hay ciertos errores que se enuncian a continuación:

VD5.1 min 04:52 ***Niños en conclusión la receta general para cocinar el arroz que construimos entre todos ¿está bien o está mal? RTA E1 a E12 está mal profe. E5 indica que cocinar con la olla destapada para que el agua se evapore está mal. E2, E1, E11 indican también que eso está mal y E12 nos dice que está mal porque utilizamos mucha agua. VD5.1 min 11:35 ¿Qué debemos cambiar en nuestra receta? RTA E9 Bajarle la llama a la preparación, utilizar menos agua.***

Lo anterior muestra que los estudiantes desarrollaron un proceso de construcción de conocimiento solido que los lleva a evaluar una tradición cultural, identificando aspectos procedimentales que generan un consumo irracional de energía, lo que les permite construir los

cambios necesarios para afirmar con base en el conocimiento científico la forma correcta de cocinar el arroz. Es importante resaltar el trabajo colaborativo de los estudiantes realizado durante en este proyecto en el cual han conseguido mejorar su competencia de trabajo en equipo que se refleja en el respeto por las ideas y planteamientos de sus compañeros.

VD5.1 min 06:52 Teniendo en cuenta que ustedes me dicen que la receta general está mal porque utilizamos mucha agua y cocinamos a fuego alto con la olla destapada para evaporar. Entonces mi pregunta es ¿qué debemos hacer para cocinar el mismo arroz y gastar menos energía? RTA E5 min 05:44 Profe por lo que estoy ahí pensando pues echar menos agua y tapar la olla y cocinar a fuego alto min 07:40 ¿hasta que el líquido llegue a qué punto? RTA E5 Al punto de ebullición. Muy bien, y una vez se alcanza el punto de ebullición ¿Qué debemos hacer? RTA E5 bajarle el fuego. Eso nos permite darle el tiempo de cocción necesario al arroz, pero estamos gastando menos RTA min 08:45 E1 Energía.

Esto derivo en la actividad 6 denomina "planteemos los cambios necesarios para cocinar el arroz haciendo un uso eficiente de la energía"

VD5.1 min 13:07 Planteemos los cambios necesarios para cocinar eficientemente el arroz. Construyamos una nueva receta.

¿Cuánta agua deberíamos usar para cocinar el arroz? Menos de dos pocillos de agua por cada pocillo de arroz ¿Cuánto seria menos de dos? RTA E1, E2, E11, E8, E5, uno y medio de agua profe E12 y E3 uno profe con la olla tapada. Listo mezclamos los ingredientes y ¿qué hacemos lo ponemos a fuego alto o bajo? RTA min 15:35 E1, E8 Al principio a fuego alto

mientras se calienta. E5 Hasta que empiece a hervir Siempre con la olla tapada. Y ¿Cuándo hierva la olla que hago? RTA E1 a E12 Le baja la llama al mínimo y esperar profe.

Esta actividad lleva a los estudiantes a plantear no una sino dos alternativas de cocción del arroz, que garantizan un consumo menor y un uso eficiente de la energía. Como se muestran a continuación en las figuras 10 y 11. Es importante destacar que algunos estudiantes indican que la receta planteada en la figura número 11 no es adecuada pero igualmente dan la oportunidad de experimentar y obtener un resultado que les permita hacer un juicio valorativo más objetivo.

VD5.1 min 19:30 E9 profe con un pocillo no se alcanza a cocinar, E1 profe la de 1 y 1 queda duro. Profe puede crecer menos, Que tal mi mama me regañe profe.

Figura 23.

Alternativa 1 "Receta de Cocción del Arroz Haciendo Uso Eficiente de la Energía"

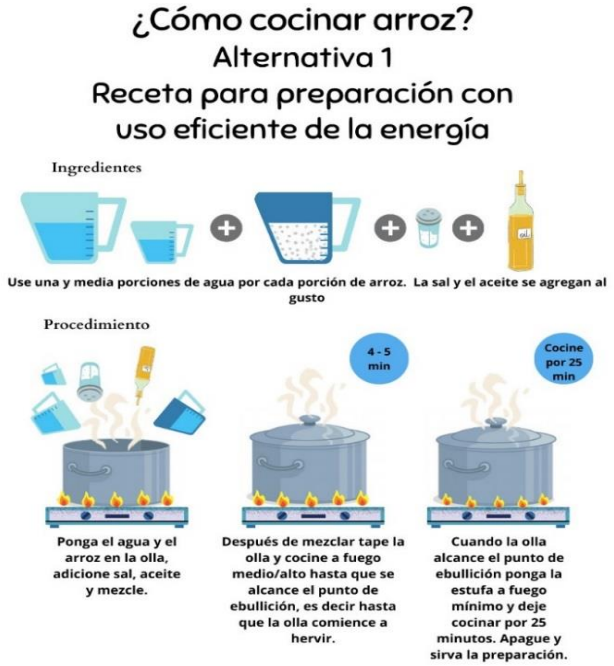


Figura 24.

Alternativa 2 "Receta de Cocción del Arroz Haciendo Uso Eficiente de la Energía"

Es importante resaltar que los estudiantes no solo plantearon los cambios necesarios para disminuir el consumo de energía al preparar arroz, sino que identifican los aspectos que determinan dicho ahorro de energía en las nuevas preparaciones como se muestra a continuación:

VD5.1 min 17:02 ¿en dónde está el ahorro de energía? RTA E5 y E7 en que vamos a dejar de calentar y evaporar medio pocillo de agua menos

VD5.1 min 04:46 El objetivo de cocinar un alimento es: evaporar agua o cocinar el alimento RTA E1 a E12 el objetivo es cocinar profe. E5 evaporar es gastar más energía.

VD5.1 min 27:50 si usted va caminando por la cocina y ve que su mamá está cocinando con las ollas destapadas ¿usted que le va a decir a su mamá? RTA E8 y E9 que las tape profe. Y ¿Por qué? Que le explica RTA E9 porque va a horrar más energía.

5.4 Análisis de Resultados Momento 4

En el desarrollo de este momento denominado saberes mentales a la práctica que está conformado por las actividades 7 y 8 denominadas "cocinemos eficientemente "y "enseñemos a nuestros padres" respectivamente. Estas actividades se desarrollaron a través de la aplicación experimental en los hogares de los dos procedimientos alternativos (Figura 23 y Figura 24) para la cocción del arroz haciendo un uso eficiente de la energía planteadas por los estudiantes. Los resultados obtenidos se analizan a continuación:

La actividad cocinemos eficientemente, permitió a los alumnos realizar sus experimentos en el hogar al desarrollar las dos alternativas de cocción del arroz. El proceso de aprendizaje adquirió un significado valioso, dado que las hipótesis fueron validadas con la práctica real corroborando que es posible cocinar el arroz de forma diferente empleando una menor cantidad de energía. La alternativa 1 expuesta en la figura 23 fue la que aportó mejores resultados según lo expuesto por los estudiantes, puesto que lograron disminuir un 25% el consumo de energía y el alimento cumplió con los estándares de calidad de cocción. A continuación, se exponen algunos aportes dados por los estudiantes.

VD5.2 min 08:30 E1 cuéntanos como te fue con el desarrollo de la nueva forma de cocinar arroz RTA E1 Profe me fue bien, no quedo bien espojadito, no creció mucho, pero quedo bien cocido. ¿Cuánta agua adicionaste? RTA E1una y media de agua. ¿La alternativa número dos no

la realizaste? RTA no profe aun no la he hecho me da como miedo. Min 09:30 E11 cuéntanos como te fue con la alternativa 1 para cocción del arroz. RTA E11 Bien profe un poquito seco pero rico. No quedo crudo, pero creció un poquito no creció tanto. Profe quedo muy bien en general. E11 cuéntanos que dice tu mamá frente a la nueva forma de cocinar. RTA E11 profe como el arroz quedo bien y se ahorra más energía mi mama le pareció bien. E12 cuéntanos como te fue con la experiencia de la alternativa 1 para cocinar arroz. RTA E12 min 15:10 Pues profe que le digo me fue más o menos, pues como mi mama ya está acostumbrada y siempre ha hecho el arroz así, ella no dijo nada interesante cuando me vio haciéndolo dijo que era muy raro, dijo que de pronto no me iba a quedar bien y pues a lo último le gusto como quedo. No quedo crudo profe y yo utilice una y media de agua. E10 min 16:50 ¿Cómo te fue con la preparación del arroz con la alternativa 1? RTA E10 profe yo lo hice y me fue bien y mi mamá no dijo nada yo le expliqué y me dijo que bueno, pero ella dijo que seguía con la misma receta que ella hace. E3 como te fue al cocinar el arroz con la alternativa 1 para cocinar arroz RTA E3 min 35:25 Profe a mí me quedo bien, el arroz así quedo bien no quedó crudo. E2 RTA profe a mí también me quedo bien con esa receta (alternativa 1) el arroz no quedo crudo.

VD5.2 min 23:00 concluimos que ahorramos energía al calentar y evaporar medio pocillo menos de agua y gastamos menos gas porque ya no vamos a cocinar tanto tiempo a fuego alto.

Es importante resaltar que se encuentra cierta resistencia al cambio por parte de los adultos que cocinan en el hogar e incluso se evidencian que se emiten juicios de valor negativos para evitar que los niños realicen la experiencia, estos comentarios por parte de los padres retrasaron la ejecución de la propuesta “alternativa 2” que plantearon los estudiantes y fue necesario mediar.

VD5.4 min 06:41 quiero que discutamos la alternativa 2 de cocción del arroz. RTA E4 Profe a mí me fue bien, hice la de un pocillado de arroz y un pocillado de agua, esa no me quedo tan bien el arroz me quedo como entre crudo no se me alcanzo a cocinar bien. ¿Realizaste bien los pasos? RTA E4 si profesor pero no quedo tan bien cocido. E1 min 08:45 como te fue a ti. RTA profe yo no lo hice porque mi mamá no me dejo ¿Por qué que te dijo ella? RTA E1 Profe yo no se me dijo que eso iba a quedar mal que yo no sé qué. Bueno y la alternativa 1 ella ¿qué pensó? Profe ese si la hice y quedó bien. E8 min 09:35 cuéntanos como te fue a ti con la alternativa 2. RTA E8 Profe pues con un vaso de agua y un vaso de arroz me quedó un poquito duro, pero con un vaso y medio de agua me quedo bien.

Es evidente que al ejecutar la alternativa 2 los estudiantes exponen que el arroz no se cocinó totalmente indicando que quedo un poco crudo por lo cual la alternativa dos no logró aceptabilidad en los hogares objeto de esta investigación, otro aspecto importante que expresaron los alumnos y por lo cual no acogieron esta propuesta es que indican que el arroz no crece. Es importante resaltar que la alternativa 2 es viable si se realiza garantizando el consumo mínimo de calor y con la cual se podría reducir considerablemente el consumo de energía. La problemática que determinó la poca aceptabilidad de esta alternativa planteada se asocia principalmente al choque entre un conocimiento cultural arraigado con el conocimiento científico innovador que dificulto la aplicación de dicha alternativa en los hogares.

De igual forma es destacar que por medio de este trabajo se logró un gran avance puesto que la nueva generación que participó en el desarrollo de estas actividades está capacitada para tomar decisiones mediadas por el conocimiento al operar los procesos de cocción y que además la mayoría de los padres adoptaron la alternativa 1 de cocción del arroz planteada por los estudiantes,

logrando transformar dichos hogares en hogares más eficientes energéticamente a la hora de cocinar los alimento.

Finalmente, a manera de evaluación se abordaron nuevamente las preguntas de realizadas en la encuesta inicial evidenciando claramente el proceso de construcción del conocimiento que se realizó a través de la aplicación de la propuesta educativa evidenciando que los estudiantes de comprendieron con claridad los conceptos lo cual les permitió responder de forma correcta la encuesta inicial argumentando cada una de sus respuestas.

6. Conclusiones

En este capítulo se exponen las conclusiones obtenidas a partir de todo el proceso investigativo conforme a la propuesta de enfoque sistémico y de construcción de conocimiento soportado en TIC para el uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de alimentos, desarrollada desde el área de ciencias naturales con estudiantes del grado octavo, estas conclusiones son producto de la aplicación de la propuesta y reflejan los resultados obtenidos de acuerdo con las estrategias y actividades desarrolladas.

La propuesta educativa estructurada, diseñada y ejecutada permitió realizar cambios significativos al transformar las planeaciones de las prácticas pedagógicas, construyéndolas a partir de las bases teóricas de la DS e incorporando en ellas el uso de TIC a través del MS como estrategia que promueve el aprendizaje significativo y el desarrollo del pensamiento, lo que

representa un cambio significativo en el desarrollo del proceso de enseñanza que se convierte en una práctica activa, participativa, lúdica y llamativa para los estudiantes.

La DS asociada a la estrategia de enseñanza cercana a la realidad y al contexto de los estudiantes constituye una herramienta importante en los procesos de enseñanza aprendizaje, puesto que a través de sus diferentes lenguajes (prosa, influencias, flujo-nivel y gráfico), facilitan la comprensión de los conceptos teóricos y fenómenos asociados a los procesos de cocción de alimentos en términos de su explicación científica. Motivando la reflexión de cómo y por qué se generan ciertos comportamientos, cual es la relación entre las variables y cuál es su incidencia en la dinámica general o particular fenómeno de estudio.

El uso de recursos interactivos como el simulador EVOLUCION que permite desarrollar procesos de MS a través de una metodología de aprendizaje progresivo, promueve el desarrollo del pensamiento sistémico que facilita, consolida y brinda significado a los aprendizajes lo cual promueve la construcción de conocimiento que deriva en una transformación de modelos mentales que se consolidan al aplicar dichos conocimientos en una simulación en vivo.

El desarrollo de las diferentes actividades planteadas en la investigación y teniendo como base que estas fueron pensadas, planeadas y ejecutadas para atraer la atención, despertar la curiosidad y generar procesos de transformación del pensamiento en los estudiantes, muestran que los estudiantes lograron desarrollar un proceso de aprendizaje significativo, mediado por la construcción del conocimiento colectivo (a través de las diferentes discusiones, análisis gráficos y encuentros virtuales) en el contexto de las TIC y con TIC, que los llevó a apropiarse de los conceptos asociados al fenómeno de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor que les permitió hacer juicios de valor al realizar un proceso de cocción soportados en el conocimiento científico que los condujo a plantear alternativas en dichos procesos que

garantizaran un uso eficiente de la energía. Por lo tanto, estos estudiantes serán un agente transformador de las prácticas de cocción al interior de sus hogares y su comunidad ya que pueden aplicar eficientemente el conocimiento científico a su realidad.

El desarrollo de la unidad didáctica "la cocina un lugar para cambiar el mundo" genera conciencia en los participantes y conlleva a la reflexión acerca de cómo acciones individuales como el uso eficiente de la energía al cocinar contribuyen en la consecución de los ODS ya que inciden de forma directa en la dinámica de fenómenos complejos tales como el calentamiento global y el agotamiento de los recursos.

Los resultados alcanzados por el grupo de estudiantes participantes en esta investigación y la apropiación por parte de ellos de conceptos como energía, ahorro de energía, cambios de estado y uso eficiente de la energía, muestran la importancia de vincular las actividades desarrolladas en la cotidianidad por los niños, niñas y padres al aula como objeto de estudio y análisis.

Con esta investigación, se da un paso importante en la consecución de los ODS a través de la promoción de las buenas prácticas para el uso eficiente de la energía al interior de los hogares, ya que al lograr que los estudiantes comprendan de manera significativa la forma eficiente de desarrollar un proceso tan básico como la cocción del arroz y vincular a este proceso educativo a los hogares, se logra que lo apliquen al desarrollo de todos los procesos de cocción desarrolladas en la cotidianidad del hogar.

Es importante entender que cambiar los conceptos tradicionales que las familias llevan practicando por generaciones (para este caso específico la cocción del arroz) y que necesitan una trasformación, no es una tarea sencilla de lograr pues se evidencia cierta resistencia para incorporar el nuevo conocimiento más aún si se esté plantea un gran cambio a su tradición. Pero es importante destacar que la contextualización de los procesos educativos y la vinculación de las familias de

manera activa en los procesos educativos (acompañamiento de las clases sincrónicas por parte de los padres) permiten obtener una transformación del conocimiento cultural arraigado por un conocimiento científico construido por los estudiantes en la escuela de forma más fácil.

Se logró una articulación y aplicación apropiada de los conocimientos adquiridos, evidente en el desarrollo de las diferentes actividades desarrolladas al interior de las clases por los estudiantes e igualmente se evidencia una transformación del pensamiento de los estudiantes ya que su capacidad de analizar y proponer se desarrolló de manera efectiva y se evidencia en las diferentes interacciones que sostuvieron con sus pares académicos y con el docente.

Para fortalecer los procesos de formación y teniendo en cuenta las intervenciones e interacciones de los estudiantes se hace necesaria una transformación del currículo institucional en el que las diferentes áreas del conocimiento sean transversales y orientadas a fomentar el desarrollo de un aprendizaje significativo y contextualizado a la realidad del estudiante.

7. Recomendaciones

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

Un aspecto fundamental es contextualizar la propuesta al entorno cultural de su comunidad educativa. Partiendo de un proceso de diagnóstico muy riguroso en donde queden en evidencia los modelos mentales de los estudiantes, que le permita identificar que conceptos teóricos deben ser los ejes centrales en las actividades.

Se recomienda que para la aplicación de esta propuesta diseñada en el marco de la flexibilidad y adaptabilidad curricular se incluya a los padres de familia como un grupo de estudio en el cual se aborden los conceptos básicos, puesto que se evidencia que aun cuando los niños construyen conocimiento y plantean alternativas que promueven el ahorro y el uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de alimentos, en los hogares se encuentran con cierta resistencia al cambio por parte de sus padres lo cual dificulta que los procesos de transformación cultural se logre en un cien por ciento.

Es importante resaltar que rol el docente en la metodología de la Dinámica de Sistemas está enfocado en la mediación y transformación del quehacer pedagógico, por lo cual se debe considerar no solamente como guía u orientador sino como un aprendiz más de una dinámica cambiante que se da al interior del aula, en donde constantemente se construye y reconstruye el conocimiento para sí mismo y para sus estudiantes.

Se recomienda que antes de abordar los procesos de modelado y simulación se realicen juegos (juego entrada-salida y juego entrada salida con cargueros) que les permita a los estudiantes entender el concepto de cambio (lo que cambia y lo que lo hace cambiar) que es el eje fundamental en el desarrollo del pensamiento sistémico. Es importante recalcar que según lo evidenciado en esta investigación se sugiere dar mucha importancia a la construcción e interpretación de los modelos en lenguaje de influencias (diagramas causales y multicausales) puesto que es una herramienta efectiva en el desarrollo de los procesos de pensamiento en donde el estudiante relaciona las variables y crea una visión general del fenómeno de estudio, lo cual le permite entender de manera fácil los diagramas de flujo-nivel y pronosticar e interpretar los resultados gráficos del modelo.

Como aspecto esencial para el desarrollo del pensamiento sistémico se recomienda que el uso de los animadores (tablero de control) se desarrolle como una actividad que permita consolidar saberes y no como eje fundamental para entender el fenómeno de estudio.

Se recomienda que la estructuración de la clase de conceptos teóricos se realice empleando videos o imágenes interactivas pues en esta investigación permitió captar el interés de los estudiantes.

La recomendación final se centra en la continuidad del proyecto por parte del grupo SIMON promoviendo desde la Maestría en informática para la Educación orientar una investigación que permita generar un proyecto ambiental PRAE diseñado y estructurado de manera flexible que tenga como soporte la visión de esta investigación en cuanto a la importancia del uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de alimentos, para que pueda ser aplicado en las diferentes instituciones del país. Puesto que, los resultados obtenidos en esta investigación permiten ver esta propuesta con una herramienta pedagógica importante que puede ser empleada como estrategia para que desde la escuela se contribuya en la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible.

Referencias Bibliográficas

Agencia Chilena de Eficiencia Energética. (2013). *Eficiencia Energética para Educación Parvularia.* Chile: EChee.

Almeida Cantoní, A. (2007). Ediciones Paidós Ibérica, S.A. *El Aprendizaje Significativo en el Contexto Educativo*, 6-9. Obtenido de https://publicacionesfac.com/index.php/cienciaypoderaereo/article/view/71/69

Andrade , H., Dyner, I., Espinosa, A., Lopéz , H., & Sotaquirá, R. (2001). *Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de la Unidad.* Bucaramanga: División de Publicaciones UIS.

Andrade Sosa, H. (2013). *El modelado y la simulación en la escuela.* Bucarmanga, Colombia: Ediciones Universidad Industrial de Santander (UIS).

Andrade Sosa, H. H. (2009). *Aprendiendo Dinámica de Sistemas y Aprendiendo con Dinámica de Sistemas.* Bucaramanga, Colombia: Grupo SIMON de Investigación UIS.

Andrade Sosa, H. H., & Gomez Florez, L. C. (2009). *Tecnología Informática en la Escuela.* Bucaramanga: División de Publicaciones UIS.

Andrade Sosa, H., & Sotaquirá , R. (1997). *Pensamiento de Sistemas y Dinámica de Sistemas para el Modelamiento de Finómenos de Diversa Naturaleza.* Bucaramanga: Grupo SIMON de Investigación.

Andrade, H., & Maestre, G. (2009). La dinámica de sistemas en la escuela, construyendo modelos mentales para la toma de decisiones cotidianas - una experiencia colombiana. *Congreso Latinoamericano y Séptimo Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas 2009.*

Andrade, H., & Navas, X. (2002). Ingenieria de sistemas - realidad virtual y aprendizaje. *Revista UIS INGENIERIAS*, 3-9.

Andrade, H., Maestre, G., & Lopez, G. (2008). La lúdica y las redes humanas como estrategía para promover la sostenibilidad de la incorporación de la dinámica de sistemas en las esculas colombianas. *Sexto encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas* .

Angarita Zapata, J., Vásquez Cardozo, C., & Andrade Sosa, H. (2019). Ampliando procesos y espacios de aprendizaje en agroindustria con dinámica de sistemas. *Praxis & Saberes, 10*(22), 169-194. doi:https://doi.org/10.19053/22160159.v10.n22.2019.6197

Ausubel, D. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. *Ediciones Paidós Ibérica, S.A*, 122.

Ausubel, D. (2009). Psicología Educativa y la Labor Docente. Obtenido de http://www.utemvirtual.cl/plataforma/aulavirtual/assets/asigid_745/contenidos_arc/39247_david_ausubel.pdf

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo.* Mexico: Trillas.

Burleson, E. (1 de January de 2016). Paris Agreement and consensus to Address Climate Challenge. *ASIL INSIGHT, Forthcoming*. Obtenido de https://ssrn.com/abstract=2710076

Cardenas, L. S., Parra, L. F., Pérez, A., & Rincón, S. E. (2017). *Las estrategias metacognitivas como herramientas transformadoras de las prácticas de aula para fortalecer la comprensión lectora de los estudiantes de básica primari.* Bogotá: Universidad de la Sabana.

Checkland , P., & Poulter, J. (2006). *Learning for Action: a short definitive account of Soft Systems Methodology and its use for practitioners, teachers and students.* Chichester: John Wiley.

Checkland, P., & Scholes, J. (1990). *La metodología de sistemas suaves en acción.* México D.F.: Limusa.

Comisión Nacional de Energía Atómica. (2012). *Eficiencia energética y uso racional de la energía*. Obtenido de Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable: http://www.cab.cnea.gov.ar/ieds/index.php/ciencia-y-tecnologia/eficiencia-energetica

Congreso de Colombia. (Febrero de 1994). *Ley 115 de 1994*. Obtenido de Ministerio de Educación: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

Costa Leite, D., & Ferreira, L. J. (2017). Diagnóstico de desafios ambientais por meio de pensamento sistêmico na escola estadual beira rio, município de porto nacional – to. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS*, 106-117.

Coutinho, A., Ruelo, H., Ramoniele, J., Jean, K., Tatiane, M., Antonio, M., & & Roque, P. (2009). A visão sistêmica das organizações no século XXI. *Centro de Ensino Superior do Amapá*.

De Kereki Guerrero, I. F. (2003). *Modelo para la Creación de Entornos de Aprendizaje basados en técnicas de gestión del conocimiento.* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

De Zubiría Samper, J. (2006). *LOS MODELOS PEDAGÓGICOS Hacia una Pedagogía Dialogante.* Bogotá D.C. Colombia: Editorial Magisterio.

De Zubiría Samper, M. (2007). *Enfoques pedagógicos y didácticas conteporaneas.* Colombia: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada vínculo entre la escuela y la vida.* México: McGraw-Hill.

Ellis, P., & Gaskell, A. (1978). A Review of Social Research on the Individual Energy Consumer, Department of Social Psychology, London School of Economics and Political Science, London. *Applied Energy*, 119-156.

Escobar , N. (2011). La mediación del Aprendizaje en la Escuela. *Acción Pedagógica*(20), 88-73. Obtenido de

http://190.57.147.202:90/xmlui/bitstream/handle/123456789/822/Dialnet-LaMediacionDelAprendizajeEnLaEscuela-6222147.pdf?sequence=1

Flood, R. L. (2000). A brief review of Peter B. Chackland's contribution to systemic thinking. *Systemic practice and action research*, 723.

Forrester, J. (2016). Learning through System Dynamics as Preparation for the 21st Century. *System Dynamics Review (Wiley), Vol. 32 Issue 3/4*, p187-203. 17p. doi: https://doi.org/10.1002/sdr.1571

Freire, P. (1986). *Hacia una pedagogía de la pregunta.* Buenos Aires: Aurora.

Guan, D., Gao, W., Su, W., Li, H., & Hokao, K. (2011). Modeling and dynamic assessment of urban economyeresourceeenvironment system with a coupled system dynamicsegeographic information system model. *Ecological Indicators, 11*, 1333-1344.

Hager, T. J., & Morawicki, R. (2013). Energy consumption during cooking in the residential sector of developed nations: A review. *Food Policy, 40*, 54-63. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.02.003

International Energy Agency (IEA). (2016). Statistics Report. International Energy Agency. . (OECD/IEA, Ed.)

Kunh, T. (1971). *La Estructura de las Revoluciones Científicas.* México: Fondo de Cultura Económica.

López Molina, G. (2011). *Modelo de red de aprendizaje para proyectos de innovación educativa educativa con tic.* Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Maestre, G., & Andrade, H. (07 de 06 de 2011). *Propuesta de uso de la ludica mediada por la tecnologia de la informacion para facilitar la integracion del modelado y simulacion en la escuela.* Obtenido de https://www.uis.edu.co/webUIS/es/index.jsp: http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/140867.pdf

Manassero Mas, M. A., Vazquez , A., & Acevedo Díaz , J. A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 4*(2).

Ministerio de Educación Nacional . (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje - Ciencias Naturales.* Colombia: Panamericana Formas E Impresos S.A.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2013). *Competencias TIC para el Desarrollo Profesional Docente.* Bogotá: Imprenta Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2014). *El Sentido de la Educación Incial (Documento No 20).* Bogotá: MEN.

Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Bases Curriculares para la Educación Inicial y Preescolar.* Bogotá: MEN. Obtenido de http://www.colombiaaprende.edu.co/primerainfancia

Ministerio Nacional de Educación. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.* Bogotá: Espantapájaros Taller.

Montessori, M. (2006). *El niño el secreto de la infancia.* México : DIANA.

Moreno Olmedo , A. (1993). *El Aro y la Trama.* Caracas: Centro de Investigaciones Populares (CIP).

Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. *UNESCO*. Obtenido de http://www.ideassonline.org/public/pdf/LosSieteSaberesNecesariosParaLaEdudelFuturo.pdf

Morin, E. (2007). La cabeza bien puesta. *Ediciones Buena Visión*.

Naturgas. (2018). Gas natural: la energía de hoy y del mañana. *Asociacion Colombiana de Gas Natural*, 30. Recuperado el 07 de 05 de 2019, de http://www.naturgas.com.co/documentos/2018/Indicadores%202018.pdf

Nejat, P., Jomehzadeh, F., Taheri, M., Gohari, _., & Majid, M. (2015). A global review of energy consumption, CO2 emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO2 emitting countries). *Elsevier*, 843-862.

Newborough, M., & Probert, D. (1994). Purposeful energy education in the UK. *Applied Energy, 48*, 243-259.

Newborough, M., Getvoldsen, P., Probert, D., & Page, P. (1991). Primary- and secondary level energy education in the UK. *Applied Energy, 40*, 119-156.

Nieves, J., ariztizábal, A., Dyner, I., Báez, O., & Ospina, D. (2018). Energy demand and greenhouse gas emissions analysis in Colombia: a LEAP model application. *Energy, 169*, 380-397. doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.051

Novak, J. D. (1988). Constructivismo humano : un consenso emergente. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 6*(3), 213-223.

ONU. (31 de 08 de 2005). United Nations, Economic and Social Council, UNECE Strategy for education for sustainable development, CEP/AC.13/2005/3/Rev.1. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

Ortiz Ocaña, A. (2011). Hacia una nueva clasificación de los modelos pedagógicos: el pensamiento configuracional como paradigma científico y educativo del siglo XXI. *Praxis, 7*(1), 121-137. doi:https://doi.org/10.21676/23897856.18

Pablo Romero, M. d., Pozo Barajas , R., & Yñiguez, R. (2016). Global changes in residential energy consumption. *Energy Policy, 101*, 342-352. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2016.10.032

Pereira Chaves, J. (2010). Consideraciones básicas del pensamiento complejo de Edgar Morin, en la educación. *Educared*, *XIV*(1), 67-75. Obtenido de https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=194114419007

Riofrío, A., Carrión, D., Orozco, M., Vaca, D., & Martínez, J. (2014). Análisis del consumo energetico en proceso de coccion eficiente para el sector residencial. *COLIM VIII congreso latinoamericano de ingenieria mecánica*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/273438965

Romero Ariza, M. (2010). El Aprendizaje Experiencial y las Nuevas Demandas. (U. d. Jaén, Ed.) *Revista Antropología Experimental*(10), 8-102. Obtenido de http://revista.ujaen.es/huesped/rae/articulos2010/edu1008pdf.pdf

Sampieri , H. (2010). *Fundamentos de la investigación científica.* Mexico: McGraw-Hill.

Santa Catalina, I. M. (2010). *Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantacion de Tecnologías de la información en la Gestión Estratégica Universitaria.* San Sebastián: Unversidad del País Vasco.

Senge, P. (2002). *Escuelas que aprenden.* Bogotá: Norma.

Senge, P. (2006). *A QUINTA DISCIPLINA; EL ARTE Y LA PRÁCTICA DE LA ORGANIZACION ABIERTA AL APRENDIZAJE* (2 ed.). Buenos Aires: Granica.

Vygostsky, L. (1977). *El aprendizaje Escolar.* Aique.

Weiner, N. (1967). *Dios y Golem.* Mexico: Siglo XXI.

Yao, H., Shen, L., Tan, Y., & Hao, J. (2011). Simulating the impacts of policy scenarios on the sustainability performance of infrastructure projects. *Automation in Construction*, 1060-1069.

Zabaloy, M. F., Recalde, M. Y., & Guzowski, C. (2019). Are energy efficiency policies for household context dependent? A comparative study of Brazil, Chile, Colombia and Uruguy. *Energy Research & Social Science, 52*, 41-54. doi:https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.01.015

Zografakis, N., Dasenakis, D., Katantonaki, M., Kalitsounakis, k., & Paraskaki, I. (24-28 de June de 2007). Strengthening of energy education in Crete. *In: Proceedings of SECOTOX Conference and the International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics*, 2933-2938.

Zografakis, N., Menegaki, N. A., & Tsagarakis, P. K. (2008). Effective education for energy efficiency. *Energy Policy, 36*, 3226-3232.

Apéndices

Apéndice A Planeación pedagógica de la Unidad didáctica *"la cocina un lugar para cambiar el mundo"*

En este apéndice del trabajo detalla la secuencia y caracterización de las actividades diseñadas, que permite aplicar la propuesta educativa sobre el uso eficiente la energía en los procesos de cocción llamada "**la cocina un espacio para cambiar el mundo" (Figura 8)** en el aula de clases con estudiantes del grado octavo del colegio Nuestra Señora de la Candelaria del municipio de Cimitarra.

A continuación en la tabla 1 se exponen las características generales de la unidad de aprendizaje.

Tabla 1. Características generales *de la unidad didáctica "la cocina un lugar para cambiar el mundo" (Formato 1)*

AUTOR DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	
NOMBRES Y APELLIDOS	Carlos Andrés Pérez Reyes
INSTITUCIÓN EDUCATIVA	Colegio Nuestra Señora de la Candelaria
CIUDAD, DEPARTAMENTO	Cimitarra, Santander
TIEMPO DE APLICACIÓN	4 semanas
ÁREA	Ciencias Naturales
DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	
TÍTULO DE LA UNIDAD	La cocina un lugar para cambiar el mundo
TEMA	Cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor
ESTÁNDAR	Identifico transformaciones en mi entorno a partir de la aplicación de algunos principios físicos, químicos y biológicos que permiten el desarrollo de tecnologías.
DERECHOS BASICOS	Comprende el funcionamiento de máquinas térmicas (motores de combustión, refrigeración) por medio de las leyes de la termodinámica (primera y segunda ley).
OBJETIVOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Promover en los estudiantes el desarrollo de un modelo mental, fundado en el conocimiento científico, que les oriente su actuar al cocinar, de tal forma que lo hagan con la mayor eficiencia, es decir, con el más bajo consumo de energía posible, desarrollando una actitud frente al problema del calentamiento global y el agotamiento de los recursos promoviendo en su comunidad el modelo de desarrollo sostenible.
COMPETENCIAS/DIMENSIONES	Interpretación Indagación. Proposición. Explicación de fenómenos.
CONCEPTOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE	Cambio de estado, Temperatura de ebullición, transferencia de calor.
HABILIDADES PRE REQUISITO	Leer y escribir
ESCENARIO DE LA UNIDAD	Aula de clase, aula de informática y Hogar

TIEMPO PREVISTO	4 semanas
PROCESO METODOLOGICO	Metodología de investigación acción fundamentada bajo el Paradigma de Pensamiento Sistémico con Dinámica de sistemas enmarcado en modelo de aprendizaje significativo.

Nota: formato de planeación tomado de (Cardenas, Parra, Pérez, & Rincón, 2017, pág. 230)

Es importante recalcar que la estructura de esta unidad de aprendizaje está diseñada articulando las actividades pedagógicas en 4 momentos, todos ellos orientados a mejorar el perfil de consumo de energía en los procesos de cocción en el hogar bajo una visión holista. A continuación, se describe cada momento y sus actividades.

Planeación Momento 1: Actividad de inicio "¿Qué sabemos de…?"

Este momento tiene como objetivo principal, develar los modelos mentales predominantes, tradiciones y creencias que tienen los estudiantes y que reemplazan la mediación de las explicaciones científicas, determinando un uso ineficiente de la energía al cocinar. Esto permite conocer los saberes de los estudiantes y las falencias al abordar un proceso de cocción de un alimento, lo cual le sirve al docente punto de partida en el proceso de enseñanza, ya que permite observar cómo se construyen y reconstruyen conocimientos a medida que avanza el desarrollo de las actividades de la unidad didáctica.

Actividad 1 ¿Cómo se cocina en casa?: Para el desarrollo de esta actividad se inicia con una encuesta (https://forms.gle/mjioVWtgXbweZ7PA7) denominada ¿Cómo cocina usted y por qué? que permita hacer conciencia de los modelos mentales que orientan el hacer en la cocina. Además, se profundizará el tema ya que cada estudiante realizará una narración de cómo se cocina un alimento típico que para este caso será el Arroz. Dicha narración debe resaltar aspectos como: si durante la cocción se tapa la olla, la intensidad de fuego

empleado durante la cocción especialmente al alcanzar el punto de ebullición y la cantidad de agua empleada.

Actividad 2 Discutamos como cocinamos en casa: esta actividad se enfoca en que cada uno de los estudiantes comparta con sus compañeros las respuestas dadas en la encuesta, asimismo, deben compartir sus narraciones de cómo cocinan en su hogar el alimento típico que para este caso es el arroz. Esta experiencia lúdica permite verificar la coherencia de los modelos mentales plasmados en las respuestas de la encuesta con lo escrito en la narración. Colectivamente se determinan las similitudes y diferencias en las formas de cocinar. Es importante finalizar la actividad con una pregunta ¿Estoy cocinando correctamente?, esta respuesta servirá como pre test y post test.

Tabla 2. *Planeación momento 1 Unidad didáctica "la cocina un lugar para cambiar el mundo"*

PROCESO PEDAGÓGICO			
MOMENTO PEDAGÓGICO	**DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**	**TIEMPO PREVISTO**	**RECURSOS**
	ACTIVIDAD 1: Como se cocina en casa (mediciones) Para el desarrollo de la actividad de inicio, se realizará una encuesta (formulario google Anexo A: https://forms.gle/mjioVWtgXbweZ7PA7) a los estudiantes pertenecientes a la muestra poblacional seleccionada para este proyecto. El objetivo de esta encuesta es conocer la manera como se desarrolla los procesos de cocción de alimentos al interior de los hogares y así poder establecer o determinar los pre-saberes que ellos tienen frente al uso de la energía y si existen errores de procedimiento en el uso de la energía en los procesos de cocción al interior de los hogares. Posteriormente se les pedirá a los estudiantes que plasmen en un texto narrativo, como se lleva a cabo en sus hogares el proceso de cocción del arroz, de detallando en este si durante la cocción se tapa la olla, la intensidad de fuego empleado durante la cocción especialmente al alcanzar el punto de ebullición y la cantidad de agua empleada. (Anexo B) El objetivo de esta actividad es que los niños realicen un ejercicio de observación detallada.	1 Sesión	• Formulario google: https://forms.gle/mjioVWtgXbweZ7PA7 (Anexo B) • Plataforma Zoom
MOMENTO 1 **Actividad de Inicio: ¿Que sabemos de…?**	**ACTIVIDAD 2: Discutamos como cocinamos en casa** Para el desarrollo de esta actividad se constituirá un grupo de discusión el cual tendrá como objetivo corroborar si las respuestas dadas en la encuesta se ajustan a la realidad. Para ello Inicialmente se analizarán primero las respuestas de los estudiantes y sus familias en la encuesta anteriormente desarrollada. Con base en ese análisis se plantearán algunas preguntas generadoras que tendrán en cuenta lo escrito en los textos narrativos que inviten a los estudiantes a analizar las respuestas que dieron en la encuesta e identificar si su respuesta no se ajustó a la realidad y les permitirá generar hipótesis a partir de supuestos. Como parte final de esta actividad de introducción se compartirán los textos de los estudiantes para determinar las similitudes y diferencias en las formas de cocinar. Y se finalizará la actividad con la pregunta ¿Estoy cocinando correctamente?, esta respuesta servirá como pre test y post test. Esta actividad está planteada para desarrollarse en dos sesiones presenciales, pero si la situación generada por el COVID-19 no lo permite, se desarrollará a través de encuentros virtuales usando la plataforma Zoom. Estas actividades constituyen el punto de partida para la reestructuración del concepto de uso eficiente de la energía que poseen los estudiantes y su futura aplicación al interior de la cotidianidad de sus hogares.	2 Sesión	• Plataforma Zoom • Esquema del texto instructivo "como cocinar el arroz" (Anexo C)

Nota: formato de planeación tomado de (Cardenas, Parra, Pérez, & Rincón, 2017, pág. 230).

Planeación Momento 2: actividad de entrada y conceptualización "Aprendamos algo más…"

En este momento de la unidad didáctica se plantean actividades integradas con las TIC, que están enfocadas a introducir los conceptos y explicaciones científicas que rigen los fenómenos que ocurren en el proceso de cocción de un alimento. Dentro de estos conceptos teóricos se destacan: materia, calor, transferencia de calor, temperatura, cambio de estado (Evaporación, condensación), ciclo del agua, temperatura de ebullición, pérdida de calor. Es importante resaltar que el modelado y la simulación como actividad lúdica que integra las TIC propicia un ambiente de reflexión y asimilación de la información suministrada, generando aprendizajes significativos en el alumno.

Actividad 3 Conceptos teóricos y explicaciones científicas que rigen los fenómenos de la cocina: la finalidad de esta actividad pedagógica es permitirle al estudiante comprender a mayor profundidad la explicación científica y los conceptos asociada al consumo eficiente de energía al operar la cocina y que facilite el proceso de aprendizaje, aportando significativamente a la transformación de los modelos mentales asociados a este tema. Además de la comprensión y/o construcción y reconstrucción de la explicación.

Actividad 4 Simulemos el proceso de cocinar: teniendo en cuenta que los estudiantes son conscientes de los modelos mentales que los guían al realizar un proceso de cocción, y que ahora pueden asociar a ellos una explicación científica que les permiten entender un uso eficiente de la energía al cocinar, esto les permite iniciar el proceso de reconstrucción de sus modelos mentales. Se pretende a través del modelado y la simulación promover un conjunto de experimentos simulados con dinámica de sistemas, basados en un modelo coherente con la explicación científica, que le permita formular hipótesis, evaluar la

experiencia narrada (actividad 1) y experimentar con diferentes escenarios; motivando la reflexión y la consolidación de los aprendizajes para un actuar (toma de decisiones) guiado por la explicación científica al momento de cocinar.

Tabla 3. *Planeación momento 2 Unidad didáctica "la cocina un lugar para cambiar el mundo"*

PROCESO PEDAGÓGICO			
MOMENTO PEDAGÓGICO	**DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**	**TIEMPO PREVISTO**	**RECURSOS**
MOMENTO 2 **actividad de entrada y conceptualización: Aprendamos algo más…**	**ACTIVIDAD 3: Conceptos teóricos y explicaciones científicas que rigen los fenómenos de la cocina** Esta actividad se desarrollará en tres fases. **Fase 1:** se planteará a los estudiantes una rutina de pensamiento denominada "**antes pensaba, ahora pienso**" (se entregará a los estudiantes una fotocopia o documento digital Anexo C), en la que en un primer momento los estudiantes responderán preguntas relacionadas con las temáticas a abordar, teniendo en cuenta sus preconceptos y conocimientos, y se compartirán estas respuestas con todo el grupo. Las preguntas son: ¿Qué es un cambio de estado de la materia? ¿Por qué ocurren los cambios de estado de la materia? ¿Cuál es la temperatura máxima que puede alcanzar un líquido? ¿Qué es la temperatura de ebullición? ¿Cree usted que en su casa se hace un uso eficiente de la energía y por qué? Las respuestas a estas preguntas se dejarán a un lado de momento. **Fase 2:** el docente abordará los siguientes conceptos teóricos: Materia y energía, calor y temperatura, temperatura de ebullición, cambios de estado de la materia, mecanismos de transferencia de calor, y uso eficiente de la energía. Este abordaje se realizará a través de diferentes materiales, entre ellos diapositivas, videos de YouTube y material fotocopiado. Se responderán las inquietudes que los estudiantes tengan frente a los conceptos abordados. **Fase 3**: se retomará la fotocopia Anexo C de la rutina "**antes pensaba, ahora pienso**" en la que se encuentran las preguntas y se le solicitará a los estudiantes responder nuevamente las preguntas (sin eliminar las respuestas anteriores) pero en esta ocasión teniendo en cuenta la conceptualización realizada por el docente. Se le pedirá a los estudiantes que analicen en qué aspectos cambió cada una de sus respuestas y que compartan estas nuevas respuestas con el grupo.	2 Sesiones	• Rutina de pensamiento Anexo D y E (fotocopias) • Diapositivas, videos de YouTube y material fotocopiado • Videos de YouTube: 1. https://www.youtube.com/watch?v=70CpscSNd0s 2. https://www.youtube.com/watch?v=VVCpyUi7X_4 3. **https://www.youtube.com/watch?v=NAPAMIpGB-s** 4. **https://www.youtube.com/watch?v=St8tvRdvghk** 5. **https://www.youtube.com/watch?v=3AF_8Y5yS4U** 6. https://www.youtube.com/watch?v=PVy78Mpu9Fs 7. https://www.youtube.com/watch?v=K3UfMCHKt9o
	ACTIVIDAD 4: Simulemos el proceso de cocinar	2 Sesiones	• Lentejas para el juego entrada salida.

Teniendo en cuenta los procesos que los estudiantes y sus familias desarrollan al interior del hogar para cocinar los alimentos, los esquemas mentales que ellos tienen para desarrollar este proceso y los conceptos vistos anteriormente, se procede a desarrollar actividades aplicando la dinámica de sistemas a través de procesos de simulación iniciando con juegos que le permitan familiarizarse para posteriormente simular el proceso de cocción de alimentos con el simulador Evolución 4.5.

Estos experimentos simulados con dinámica de sistemas basados en un modelo coherente con la explicación científica, le permitirán al estudiante formular hipótesis, evaluar la experiencia narrada (actividad 1) y experimentar con diferentes escenarios; motivando la reflexión y la consolidación de los aprendizajes para un actuar (toma de decisiones) guiado por la explicación científica al momento de cocinar.

Para ello la actividad se desarrollará de la siguiente manera:

- Iniciamos con el juego de entrada – Salida (representando lo que cambia y lo que lo hace cambiar) y el juego de los arboles (representando el cambio y el retardo)
- Posteriormente se construirá el modelo Denominado como fluye el Calor en el cual aplicaran los conceptos teóricos aprendidos. Para este modelo construiremos el modelo de lenguaje en prosa, el modelo de lenguaje de influencias y finalmente el modelo en leguaje de flujos y niveles.
- Finalmente se realizará la construcción de 5 modelos consecutivos aplicando la metodología de complejidad creciente característica de la DS los cuales permitirán comprender el porqué de la importancia de garantizar un uso eficiente de la energía al cocinar.

Esta actividad le permitirá al estudiante entender los fenómenos de una marea holista pues le permitirá generar hipótesis y comprobarlas por medio del modelado y la simulación.

- Simulador Evolución 4.5.
- Modelos de simulación: 1.Modelos Entrada – Salida, 2. Modelo ¿Cómo fluye el calor?, 3. Modelo Aumento de temperatura en función del suministro de calor. 4. Modelo Aumento de temperatura en función del suministro de calor con pérdidas, 5. Modelos de evaporación 6. Modelo "olla destapada" 7. Modelo "olla tapada".

Nota: formato de planeación tomado de (Cardenas, Parra, Pérez, & Rincón, pág. 230).

Planeación Momento 3: Actividad integradora "Apliquemos lo aprendido…"

Este momento se caracteriza por ser un espacio de reflexión y análisis que parte de la narración realizada en la actividad 1, centrándose en identificar los errores y las acciones que permiten corregirlos, esto con el objetivo de plantear la forma correcta de llevar a cabo la cocción del alimento típico de forma tal que, cada una de las decisiones de este nuevo proceso de cocinar estén mediados por explicaciones científicas aprendidas de forma significativa.

Actividad 5 ¿Qué estamos haciendo mal?: partiendo de la narración de cómo se cocina un alimento típico de la región y de los nuevos conocimientos teóricos adquiridos durante la implementación de la unidad didáctica, los estudiantes determinarán que acciones se están realizando de forma errónea (las cuales representan un uso ineficiente de la energía al cocinar) y por lo tanto deben ser modificadas.

Actividad 6 Planteemos los cambios necesarios para cocinar eficientemente: Una vez identificadas las acciones que aumentan el consumo de energía al cocinar, los estudiantes plantearan un nuevo proceso para cocinar el alimento típico, esto con el objetivo de garantizar un uso eficiente de la energía en los procesos de cocción en el hogar. Todos los cambios planteados serán debatidos en conjunto y los estudiantes brindarán las explicaciones y justificaciones científicas que evidencie la apropiación de los saberes, evidenciando así un aprendizaje significativo con impacto social.

Tabla 4. *Planeación momento 3 Unidad didáctica "la cocina un lugar para cambiar el mundo"*

PROCESO PEDAGÓGICO			
MOMENTO PEDAGÓGICO	**DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**	**TIEMPO PREVISTO**	**RECURSOS**
MOMENTO 3 **Actividad integradora: Apliquemos lo aprendido…**	**ACTIVIDAD 5: ¿Qué estamos haciendo mal?** En esta actividad, el docente propone a los estudiantes la realización de un análisis comparativo del proceso de cocción, esto, teniendo en cuenta la descripción de la cocción del arroz en sus casas y los conceptos aprendidos en la conceptualización y la simulación. En este análisis se le solicitará a los estudiantes que determinen que errores están cometiendo en cuanto al uso eficiente de la energía y determinen las estrategias y acciones implementar para corregir dichos errores. Este análisis se entregará en forma escrita y será socializado en conjunto con los estudiantes (la socialización puede ser presencial o virtual). Finalmente los estudiantes responderán la pregunta ¿Estoy cocinando correctamente?, esta respuesta servirá como pre test y post test.	1 sesión	• Papel • Lápiz • Plataforma Zoom
	ACTIVIDAD 6: Planteemos los cambios necesarios para cocinar eficientemente Una vez identificadas las acciones que aumentan el consumo de energía al cocinar, los estudiantes plantearan un nuevo proceso para cocinar el arroz, este procedimiento será planteado a través de un texto instructivo, procedimiento que según los conocimientos adquiridos y los análisis realizados debe propender un uso eficiente de la energía en los procesos de cocción en el hogar. Todos los cambios planteados serán debatidos en conjunto y los niños brindarán las explicaciones y justificaciones científicas que evidencie la apropiación de los saberes.	1 sesión	• Papel • Lápiz • Plataforma Zoom • Esquema de texto instructivo

Nota: formato de planeación tomado de (Cardenas, Parra, Pérez, & Rincón, pág. 230).

Planeación Momento 4: Actividad de refuerzo y cierre "Saberes mentales a la práctica..."

Este momento tiene como eje central realizar la experiencia de cocinar el alimento típico en el hogar, pero aplicando todos los conceptos teóricos y explicaciones científicas que sustentan los cambios necesarios al operar la cocina para garantizar un uso eficiente de la energía. Es importante resaltar en esta etapa, el estudiante está en condición de extrapolar las medidas de uso eficiente de la energía a todas las preparaciones que se realicen en la cocina, puesto que sus decisiones en la cocina estarán mediadas por explicaciones científicas construidas de forma significativa en su proceso de aprendizaje. Por otra parte, el realizar esta experiencia en el hogar tiene como objetivo que el conocimiento sea transferido al interior de la familia garantizando así un impacto positivo en la economía familiar.

Actividad 7 Cocinemos eficientemente (y comparemos) extrapolar a otras prácticas de la cocina. Esta actividad estará enfocada en realizar la preparación del alimento típico arroz con la medida necesarias que permite hacer un uso eficiente de la energía al cocinar. Parte fundamental de esta actividad es que el estudiante observe los cambios, asocie los conocimientos construidos en el aula y evidencie que al aplicarlos logra los mismos resultados, pero con menos recursos, siendo consciente que sus acciones impactan de forma positiva no solo la economía familiar, sino también contribuye a la conservación de los recursos y el medio ambiente. Además, estará en la capacidad de extrapolar su conocimiento a todas las preparaciones de alimentos que se realicen en el hogar.

Actividad 8 enseñemos a nuestros padres: Ligado a la experiencia anterior el estudiante evidenciará los cambios, lo cual lo motivará a transferir lo aprendido en la escuela a su

entorno familiar. Logrando así convertirse en un agente de cambio que promueve una transformación cultural en torno al uso de la energía al interior de su comunidad.

Tabla 5. *Planeación momento 4 Unidad didáctica "la cocina un lugar para cambiar el mundo"*

PROCESO PEDAGÓGICO			
MOMENTO PEDAGÓGICO	**DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**	**TIEMPO PREVISTO**	**RECURSOS**
MOMENTO 4 **Actividad de refuerzo y cierre: Saberes mentales a la práctica...**	**ACTIVIDAD 7: Cocinemos eficientemente (y comparemos) extrapolar a otras prácticas de la cocina** **ACTIVIDAD 8: Enseñemos a nuestros padres** Estas dos actividades se encuentran relacionadas y para su desarrollo se les solicitará a los estudiantes realizar la preparación del arroz, aplicando los conocimientos adquiridos durante esta unidad. Para ello deben cocinar el arroz en compañía de sus padres (puede usarse la aplicación de video como TikTok, si lo prefieren) y en este video, deben enseñar a los padres los conocimientos aprendidos para realizar un buen uso de la energía al interior del hogar, aplicables no solo a la preparación del arroz, sino a la preparación de los alimentos en general. Al finalizar el video, deben presentar un informe escrito con las precepciones de los padres, especificando que cambios notaron ellos en la forma de realizar el proceso de cocción y si les parece más efectiva esta forma de cocinar y por qué.	1 sesión 1 sesión	• Videos de los estudiantes • Informes • Videos de los estudiantes • Informes

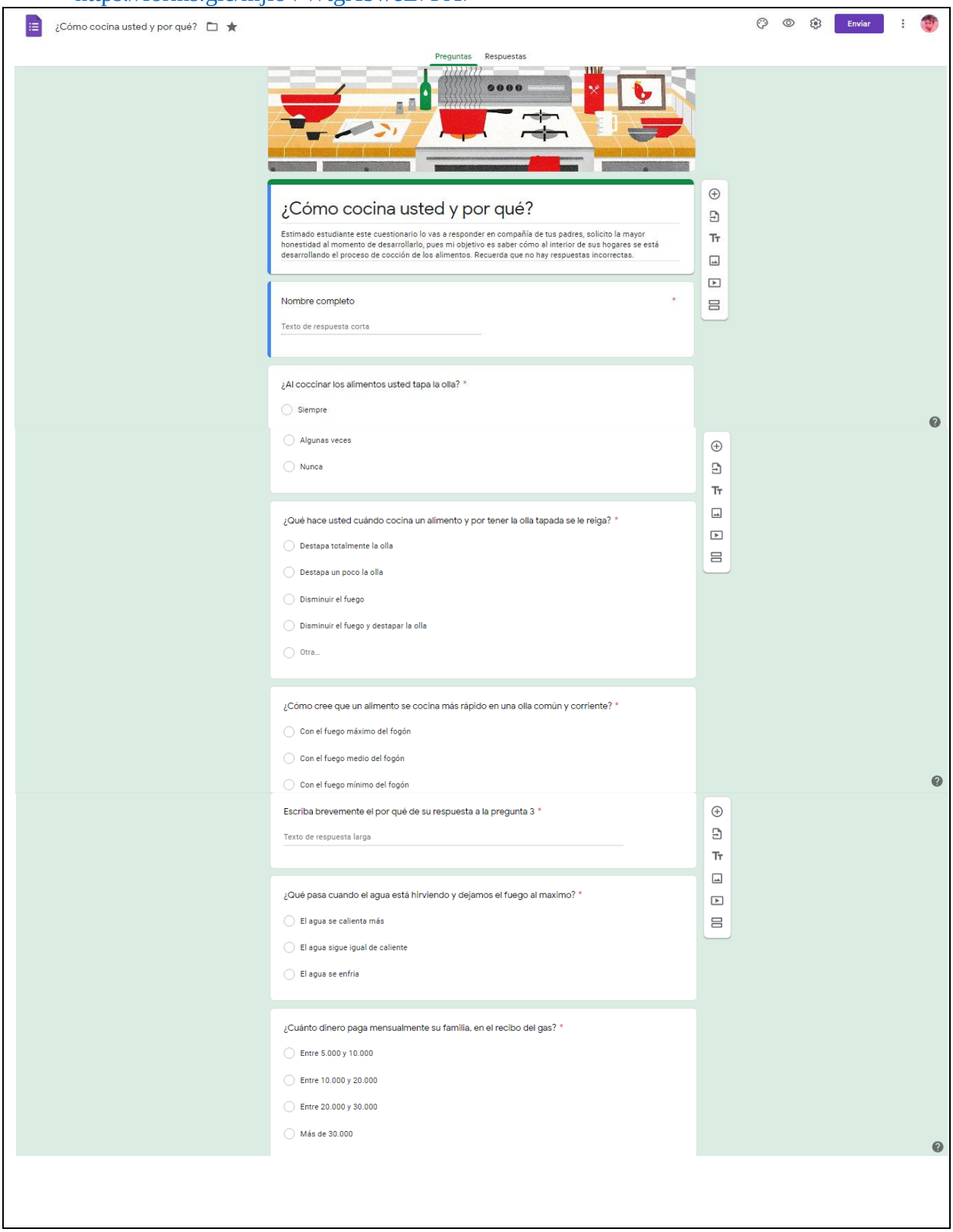
Nota: formato de planeación tomado de (Cardenas, Parra, Pérez, & Rincón, pág. 230).

Tabla 6. *Instrumentos de evaluación Unidad didáctica "la cocina un lugar para cambiar el mundo"*

EVALUACIÓN	
ANTES DE EMPEZAR LA UNIDAD	Encuesta Preguntas generadoras Textos de los estudiantes
DURANTE LA UNIDAD	Rutina de pensamiento Antes pensaba – ahora pienso y desarrollo de cada una de las actividades propuestas y socialización de las mismas, Modelado y simulación del proceso de cocción.
DESPUÉS DE FINALIZAR LA UNIDAD	Videos de los estudiantes Informe escrito

Apéndice B: Encuesta Inicial ¿Cómo cocina usted y por qué?

https://forms.gle/mjioVWtgXbweZ7PA7



Apéndice C: Esquema del texto instructivo "como cocinar el arroz"

<table>
<tr><td colspan="3">Título</td></tr>
<tr><td colspan="3">Mi receto de como cocinar el arroz</td></tr>
<tr><td colspan="3">Lista de materiales e ingredientes</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Instrucciones de Preparación</td><td></td><td>Ilustraciones</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">¿Estoy cocinando correctamente? y ¿por qué?</td></tr>
</table>

Nota: Las ilustraciones pueden ser fotos o dibujos que representen la preparación.

Ejemplo: Estudiante 12

Título	
Como cocinar arroz fácil	
Lista de materiales e ingredientes	
Cebolla larga picada 2 pocillados de arroz 5 pocillados de agua Una cucharada de sal Aceite	
Instrucciones de Preparación	Ilustraciones
1. encender el fogón a máxima llama 2. Echarle el aceite a la olla luego echar la cebolla para sofreírla. 3. echar los cinco pocillados de agua y los dos pocillados de arroz 4. Echarle la sal y luego revolver 5. dejar cocinar a fuego alto hasta que el agua se evapore casi completamente (tarda 15 minutos) 6. tapar la olla y bajarle la llama casi por completo (el proceso tarda 16 minutos) 7. listo está el arroz	
¿Estoy cocinando correctamente? y ¿por qué? si estoy cocinando correctamente porque así me enseño mis papas.	

Apéndice D: Rutina de pensamiento "Antes pensaba – Ahora pienso"

Nombre: _____ Fecha: _____
Grado: _____

Actividad: como lo indica el profesor contesta que piensas de cada una de las siguientes preguntas

	ANTES PENSABA	**AHORA PIENSO**
¿Qué es un cambio de estado de una sustancia?		
¿Por qué ocurren los cambios de estado?		
¿Cuál es la temperatura máxima que puede alcanzar un líquido?		
¿Qué es la temperatura de ebullición?		
¿Cree usted que en su casa se hace un uso eficiente de la energía al cocinar y por qué?		

Apéndice E*:* Secuencia didáctica actividad 3

Clase sobre conceptos teóricos y explicaciones científicas que rigen los fenómenos de cambio de estado.

Objetivo de la actividad

Enseñar los conceptos asociados al fenómeno de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor.

Fenómeno a observar

Cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor (evaporación)

Lugar: Colegio Nuestra Señora de la Candelaria – Cimitarra Santander

Fecha: Febrero 20 del 2021

Participantes: estudiantes del grado octavo

Materiales: Plataforma Zoom, videos de YouTube y guía escrita.

DESARROLLO

Conceptos

1. **La materia y sus estados.**

La química es la ciencia que estudia las propiedades de la materia, su estructura, transformaciones y fenómenos energéticos que pueden producir cambios. Por lo tanto definimos La materia es todo lo que posee masa, ocupa un volumen y tiene energía. En conclusión todos los cuerpos están formados por materia independientemente de su forma, tamaño o estado.

La materia se nos presenta en tres estados fundamentales de agregación conocidos como: estado sólido, estado líquido y estado gaseoso

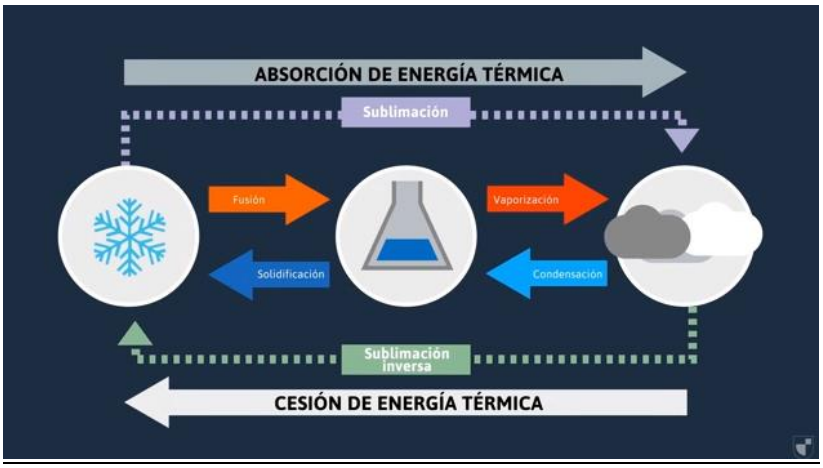
Material de apoyo: https://www.youtube.com/watch?v=70CpscSNd0s

Cambios de estado de la Materia

¿Cómo es posible que ocurran los cambios de estado?

Supongamos un cuerpo en estado sólido se le entregamos calor subiendo la temperatura, por lo tanto, las moléculas del sólido se empiezan a separar hasta que la cohesión entre las mismas se debilita a tal punto que pasa al estado líquido. Si continuamos entregando calor aumentando la temperatura las moléculas del líquido aumentarán su energía cinética hasta que las fuerzas de cohesión sean prácticamente nulas y pasa al estado gaseoso.

Diagrama cambios de estado de la materia



Tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=VVCpyUi7X_4

En este diagrama cambio de estado de la materia observamos que en general cuando la materia absorbe o cede suficiente calor cambia de estado.

- Cambio de estado de líquido a gas: el paso de estado líquido a estado gaseoso se denomina vaporización. La temperatura en que una sustancia se vaporiza o condensa se denomina punto de ebullición

Material de apoyo: https://www.youtube.com/watch?v=VVCpyUi7X_4

Energía

La energía es todo aquello capaz de producir un cambio en la materia. Por lo tanto, sin energía ningún proceso físico, químico o biológico sería posible. Dicho en otros términos, todos los cambios materiales están asociados con una cierta cantidad de energía que se pone en juego, se cede o se recibe.

¿Cuantos tipos de energía existen?

Aunque hablamos de energía en singular, existen diferentes formas de manifestarse la energía. La energía se presenta de formas diversas

Tomado de: https://fiscaquimicaconmarta.wordpress.com/2019/03/27/movimiento-energia-y-fuerza/

¿Qué propiedades tiene la energía?

- **Puede ser transferida:** Es decir puede pasar de un cuerpo a otro.
- **Puede ser almacenada:** Es decir puede acumularse o guardarse hasta ser usada. Ejemplo: Una batería de celular almacena energía eléctrica.

- **Puede ser transportada:** es decir puede llevarse de un lugar a otro. Ejemplo: la energía eléctrica

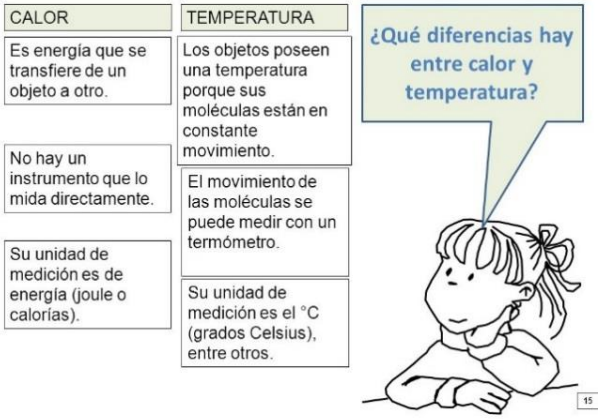
- **Puede ser transformadas:** Es decir puede convertirse en otro tipo de energía. Ejemplo: La energía química del gas natural se transforma en energía térmica cuando se prende la llama para cocinar los alimentos.

Es importante recordar el principio de conservación de la energía nos dice: **"la energía no se crea ni se destruye; sólo se transforma de unas formas en otras**". Por lo tanto en estas transformaciones, la energía total permanece constante.

Material de apoyo: https://www.youtube.com/watch?v=NAPAMIpGB-s

Temperatura y Calor

Calor y temperatura son dos conceptos diferentes pero estrechamente relacionados.



Tomado de:

https://slideplayer.es/slide/10580791/34/images/16/%C2%BFQu%C3%A9+diferencias+hay+entre+calor+y+temperatura.jpg

- La temperatura de un objeto es una medida de la energía cinética promedio de los átomos o moléculas. Cuando se calienta algo (sólido, líquido o gaseoso) sus átomos

o moléculas se mueven con más rapidez, es decir aumenta la energía cinética y por lo tanto aumenta su temperatura.

- El calor, es energía térmica que se transfiere de un objeto a otro debido a una diferencia de temperatura. El calor siempre fluye desde el cuerpo que posee una alta temperatura a un cuerpo que posee una baja temperatura. Esa transferencia de calor para cuando las temperaturas de los dos cuerpos se igualan (encuentran el equilibrio)

  Por ejemplo: Si tocamos una taza de café caliente, el calor fluye desde la taza de café hacia mi mano. Pero si tocamos un vaso de agua helada el calor fluye desde mi mano hacia el vaso de agua.

Material de apoyo: **https://www.youtube.com/watch?v=St8tvRdvghk**

Material de apoyo: **https://www.youtube.com/watch?v=3AF_8Y5yS4U**

Mecanismos de Transferencia de Calor

Importante recordar que el calor siempre fluye desde los objetos con alta temperatura hacia los objetos con baja temperatura. Esta transferencia de calor se puede llevar a cabo por diferentes métodos, estos son:

Tomado de: https://i.pinimg.com/474x/13/65/f6/1365f65c7308582daf13721f086df7cb.jpg

Conducción: es la transmisión de calor por contacto directo de un cuerpo con otro, pero sin transferencia de materia.

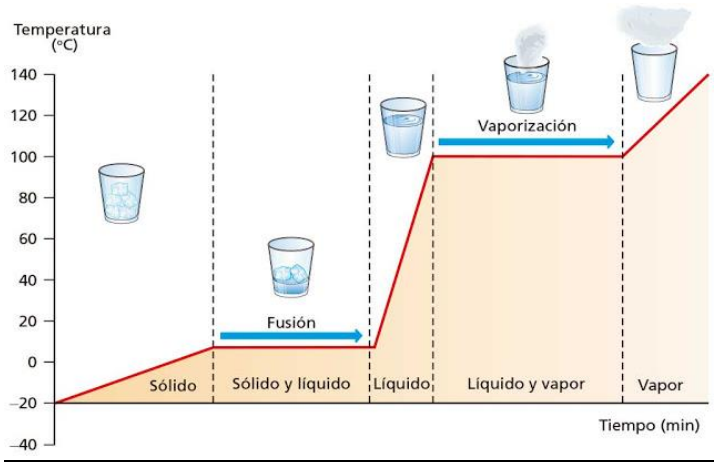
Convección: ocurre debido al movimiento del fluido que transporta el calor entre zonas con diferente temperatura.

Radiación: Es el calor emitido por un cuerpo debido a su temperatura, en este caso no existe contacto entre los cuerpos, ni fluidos intermedios que transporten el calor.

Material de apoyo: https://www.youtube.com/watch?v=s7nQzI2SMK4

Materia de apoyo: https://www.youtube.com/watch?v=2Gvy8so9VCM

Cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor Evaporación



Tomado de: https://4.bp.blogspot.com/-350EWSffbqI/W-HktLwAgjI/AAAAAAAAANQ/3mU7QMJgAKAmWNte9e3ejBpyy3gElQQlACLcBGAs/s640/actividad%2Bde%2Bcambio%2Bde%2Bestado-calentamiento.jpg

Joseph Black al estudiar los cambios de estado, observó que en dicho proceso la temperatura a la cual ocurre el cambio de estado de las sustancias no aumenta, a pesar de

suministrar o transfiriendo calor en exceso. Por ejemplo, cuando el agua llega a 100 °C (a nivel del mar) comienza a hervir, la temperatura de ebullición del agua se mantiene constante durante el tiempo que tarde toda la masa de sustancia en cambiar de estado; **por otra parte, el suministro de calor determina la velocidad de evaporación del agua pero no modifica la temperatura.**

La temperatura puede aumentar pero cuando ya la sustancia está en su totalidad en forma de vapor, pero ¿por qué no aumenta o disminuye la temperatura durante el cambio de estado?

Black encontró experimentalmente que cada sustancia requería de una cierta cantidad de calor para pasar de un estado a otro, y que si bien no había aumento o disminución de la temperatura, algo ocurría en la materia que producía el cambio. A la cantidad de calor necesaria para el cambio de fase se le denomino calor latente. En el caso de pasar de líquido a gas se le llama calor latente de ebullición (Lebullición) y en el cambio de sólido a líquido, calor latente de fusión (Lfusión).

El hecho de que la temperatura no aumenta o disminuya en los cambios de estado, pero que para lograrlos se requiere de cierta cantidad de calor, nos lleva a preguntar qué ocurre en la materia con ese calor latente.

En la descripción molecular y atómica de la materia, como hemos visto, los estados se representan por el movimiento de las moléculas y los átomos. En el caso de los sólidos, las moléculas y átomos vibran sin desplazarse de un lugar a otro debido a fuerzas que impiden que se separen.

Cuando la temperatura llega a la requerida para el cambio de fase (por ejemplo, de líquido a gas), las moléculas y los átomos se encuentran agitados, pero aún no logran superar las fuerzas que los mantienen en posiciones fijas.

La cantidad de energía requerida para lograr que esas moléculas y átomos se liberen y puedan desplazarse es el calor latente, que aumenta la energía cinética, tanto de las moléculas como de los átomos, y permite que una sustancia pase de sólido a líquido o de líquido a gas y a veces, de sólido a gas.

En el caso de que el cambio de estado requiriera de una disminución de la temperatura, el calor latente es la energía transferida por la sustancia

Material de apoyo: **https://www.youtube.com/watch?v=PVy78Mpu9Fs**

Material de apoyo: **https://www.youtube.com/watch?v=K3UfMCHKt9o**

Apéndice F: Secuencia didáctica actividad 4

Clases integradas con Dinámica de Sistemas. Modelado y Simulación

Objetivo de la actividad

Identificar la dinámica de cambio en el tiempo de una variable y lo que la hace cambiar.

Fenómeno a observar

Dinámica de cambio de una variable

Lugar: Colegio Nuestra Señora de la Candelaria – Cimitarra Santander

Fecha: Febrero 20 del 2021

Participantes: estudiantes del grado octavo

Materiales: Plataforma Zoom, Papel y lápiz.

DESARROLLO

Fase 1 La dinámica del cambio: juego entrada salida que es una actividad lúdica sencilla que introduce y refuerza la comprensión de cambio en el tiempo de una variable y los conceptos básicos de la Dinámica de Sistemas.

Materiales y recursos:

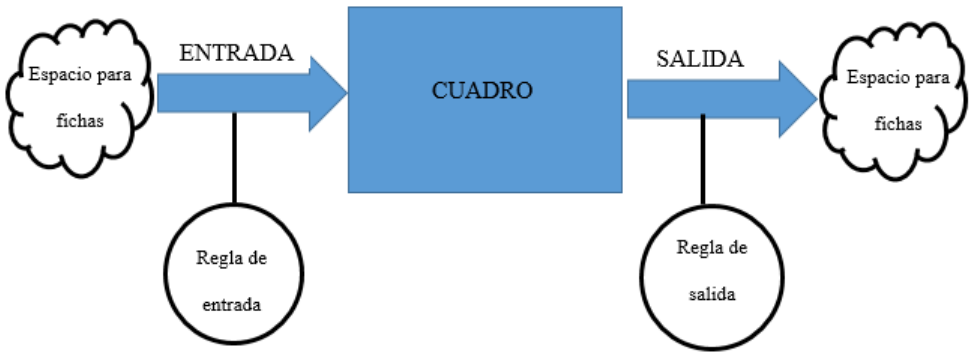
- Un árbitro (Docente)
- Jugadores
- Tablero de juego (se dibuja en una hoja de papel)
- Fichas (Pueden ser granos de frijol, lentejas, otros)
- Planilla de registro que se usa cada jugador durante el juego.
- Hoja para graficar.

Instrucciones.

1. Cada jugador debe dibujar en una hoja el tablero de juego como se muestra en la siguiente figura.

Figura: Tablero de juego

Figura 1. Tablero de juego



2. El árbitro (Docente) indica cuantas fichas deben estar dentro del cuadro (estado inicial para este caso 5) y cuantas fichas deben estar al lado izquierdo de la flecha de entrada (para este caso 10).

3. El árbitro establece una regla para definir la cantidad de fichas que entran y salen en cada jugada. Para este trabajo se trabajara el juego con las siguientes reglas: inicialmente entra la misma cantidad que sale, luego entra más de los que salen y finalmente entran menos que los que salen. Esto con el propósito de que el niño evidencie un comportamiento constante, creciente y decreciente de una variable.

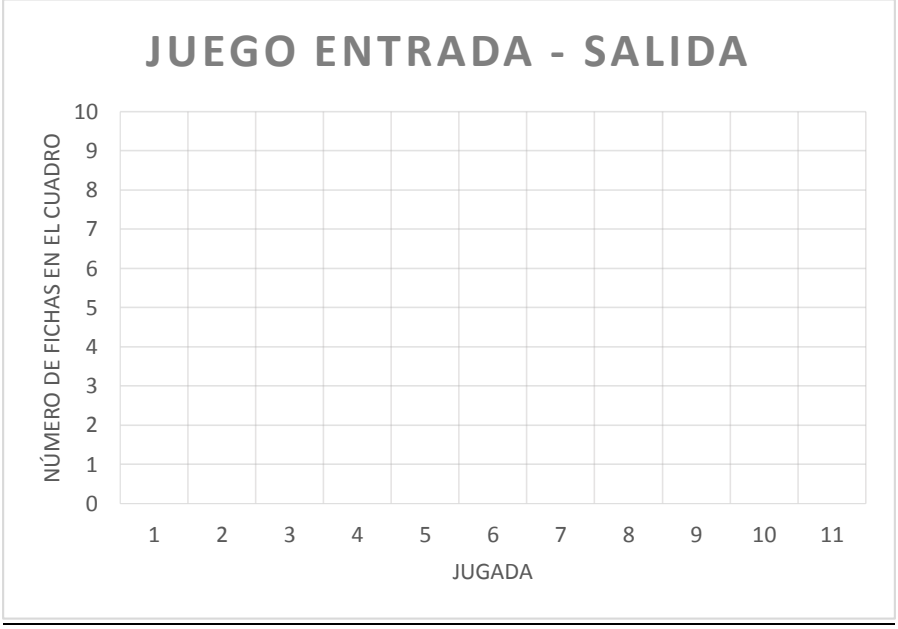
4. El árbitro establece que luego de cada jugada se deben registrar los valores de las variables en la planilla de registro.

- En la columna 1 se registra el número de la jugada,
- En la columna 2 el número de fichas que entran al cuadro en la jugada.
- En la columna 3 el número de fichas que salen del cuadro en la jugada.
- En la columna 4 el número de fichas que quedan en el cuadro principal, al terminar la jugada

Planilla de Registro que se usa durante el juego (para cada jugador).

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4
JUGADA·#	FICHAS QUE ENTRAN	FICHAS QUE SALEN	FICHAS EN EL CUADRO
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

5. Construcción de tendencias: Cada alumno graficara los datos de la columna 4 (Fichas en el cuadro en la siguiente gráfica)

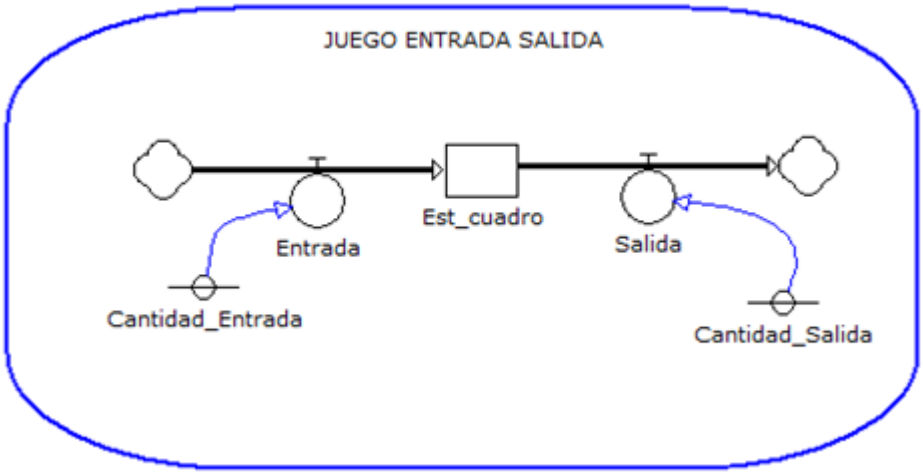


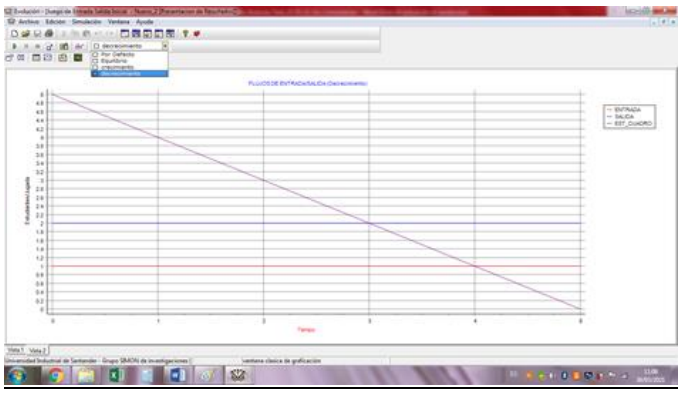
6. Socialización de la actividad

El árbitro dirige una discusión con los jugadores planteando las siguientes preguntas:

- ¿Qué pasó durante el juego? Esta pregunta se realiza para cada una de las reglas usadas durante el juego. Se espera que el estudiante identifique las tendencias.
- ¿Qué habría pasado si las condiciones iníciales hubiesen sido X o si la regla fuera otra?, generalmente de mayor complejidad.

Luego de estos análisis los estudiantes podrán a través de un modelo de simulación en el software Evolución ver la representación del juego Entrada – Salida. Esta actividad con el modelo computacional les permitirá jugar cambiando las variables de entrada y salida lo cual les permite evaluar diferentes escenarios para evidenciar el comportamiento a través de graficas en tiempo real. A continuación se muestra la representación del juego en el software Evolución





Este juego les permite a los estudiantes ver la representación de un fenómeno real en un modelo de simulación, puesto que en adelante se representaran los fenómenos de interés a través del modelado y la simulación para lograr un aprendizaje significativo.

Fase 2 Construcción de modelos de manera progresiva en el software "Evolución"

1. Primer prototipo

Esta actividad lúdica sencilla permitirá conocer los elementos básicos con los cuales la Dinámica de Sistemas recrea explicaciones del fenómeno de estudio. Desarrollando la idea de cambio y cómo es posible explicarlo en términos de una explicación científica.

Para ello los estudiantes realizarán con la mediación del docente la construcción del modelo denominado "como fluye el calor". Esta actividad está centrada en la construcción de:

- Modelo en el lenguaje de la prosa
- Modelo en de lenguaje de las influencias. (Diagramas causales)
- Modelo en el lenguaje de flujos y niveles. (Cambio de una variable en el tiempo)

Materiales y recursos:

- Papel y lápiz
- Conocimientos teóricos previos

Nuevo Concepto

Flujo de calor.

Instrucciones:

1. El docente inicia la experiencia con la siguiente pregunta: **¿Cómo fluye el calor?** Teniendo en cuenta que este modelo permite la explicación de la primera ley de la termodinámica, Que implica que el calor fluye siempre del cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura.

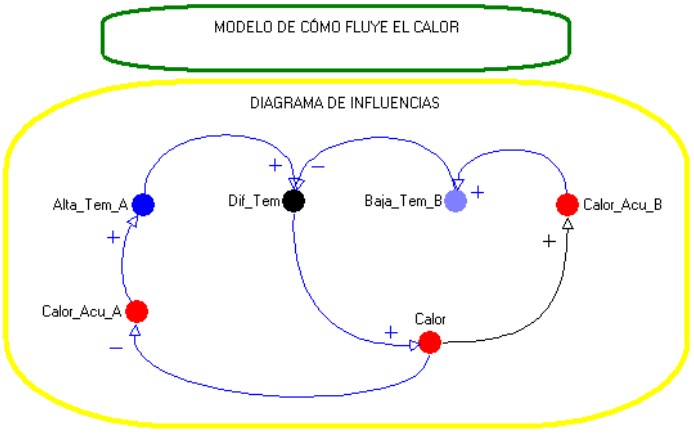
Dejando en claro que no fluye el frio, sino que fluye el calor, Que cuando agregamos hielo al agua líquida, no se enfría el agua líquida, se calienta el hielo.

2. Los estudiantes escribirán sus respuestas a manera de texto corto teniendo en cuenta que cuentan con los fundamentos teóricos para dar solución a la respuesta. Este texto será la primera aproximación a la construcción del modelo en lenguaje de la prosa sobre estos fenómenos.

3. A partir de los modelos en prosa individuales se construirá el modelo en prosa final que describe dicho fenómeno. A continuación un ejemplo de dicho modelo seria: **El calor siempre fluye desde un cuerpo con temperatura elevada hacia un cuerpo con baja temperatura. Este proceso ocurre hasta que la diferencia entre las temperaturas de los dos cuerpos es cero (se igualan). Es allí donde se dice que se alcanzó el equilibrio térmico.**

4. Construcción del modelo en el lenguaje de las influencias: el modelo de influencias se realiza a partir de un diagrama causal que es un esquema sencillo, en donde se contemplan los elementos considerados en el sistema y la manera de cómo se influye mutuamente, crenado ciclos de realimentación, el objetivo de esta actividad es desarrollar los procesos de pensamiento.

Para esta actividad se deben incluir los tres elementos fundamentales señalados en la explicación general que denominamos Modelo en prosa: Cuerpo con temperatura elevada, cuerpo con baja temperatura, el flujo de calor y la diferencia de temperatura.



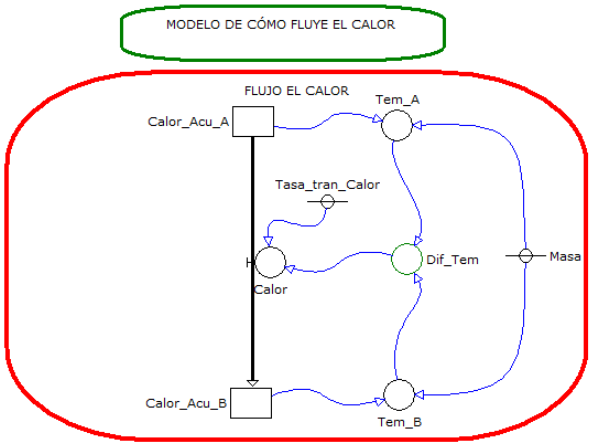
En la figura anterior del diagrama de influencias se aprecia un ciclo de retroalimentación que se lee de la siguiente manera: Este ciclo dice que cuando un cuerpo 1 con alta temperatura entre en contacto con un cuerpo 2 con baja temperatura, se genera un flujo de calor debido a la diferencia de temperatura. Debido a este contacto la temperatura del cuerpo 2 aumentara y la temperatura del cuerpo 1 disminuirá por lo cual la diferencia de temperatura tenderá a cero y es en ese momento cuando el flujo de calor termina puesto que se alcanza el equilibrio térmico entre los cuerpos 1 y 2.

Esta actividad permitirá a los niños identificar relaciones causales de las variables en cualquier fenómeno de estudio lo cual les brindará una visión holista del fenómeno y les permitirá aprender de forma significativa conceptos teóricos.

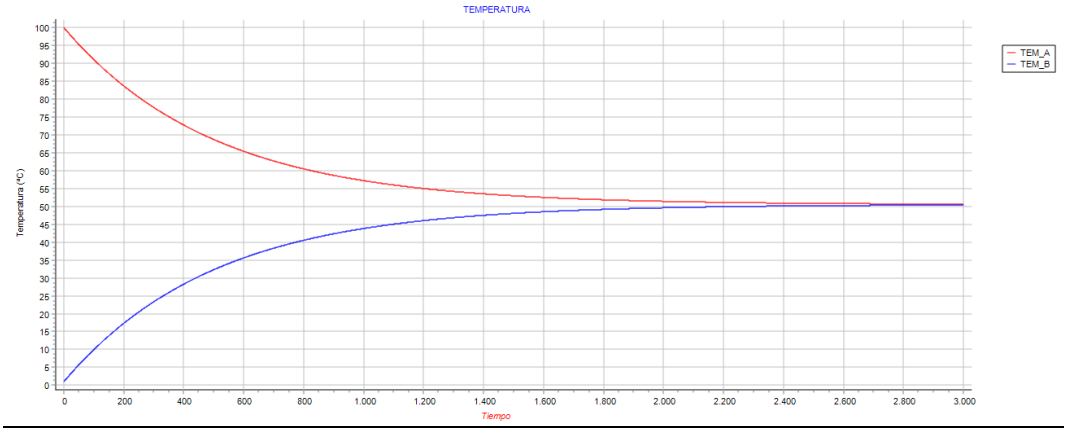
5. Construcción del modelo en el lenguaje de flujos y niveles: teniendo el modelo conceptual de fenómeno planteado (modelo en prosa y modelo de influencias) se puede concebir el fenómeno como una dinámica de cambio. Es decir el objetivo de este modelo es representar las variables medibles en cualquier instante de tiempo. En dinámica de sistemas las variables que se acumulan se llaman niveles y las variables que generan cambios se denominan flujos.

Teniendo en cuenta lo anterior y siguiendo el ejemplo de estudio tenemos que en nuestro ejemplo existen dos variables que se acumulan (2 niveles) que son los calores acumulados de los cuerpos (puesto que la temperatura es una medida de la intensidad de calor) y una variable que genera el cambio que sería la diferencia de temperatura (flujo). Estas dos definiciones las realizaran los alumnos teniendo en cuenta la explicación del docente el objetivo es que ellos determinen que variables son flujos y que variables son niveles.

A continuación un ejemplo del modelo de flujo y niveles de nuestro ejemplo.



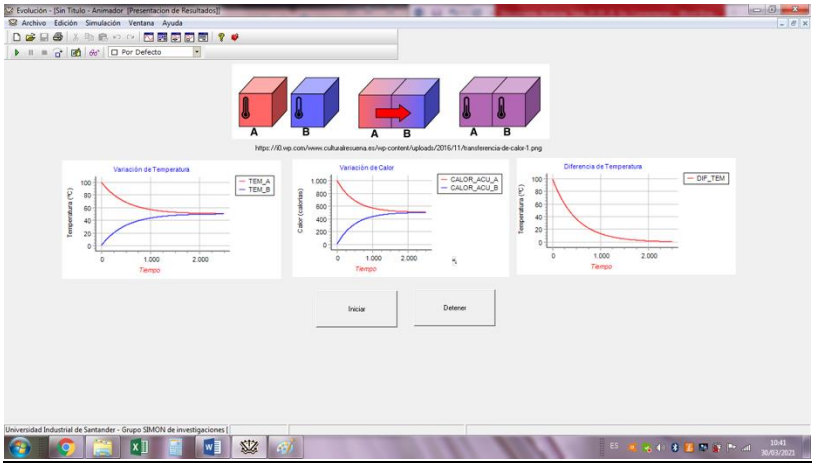
Al graficar y analizar los resultados de la simulación el estudiante está en capacidad de responder las siguientes preguntas:



¿Qué ocurre con el flujo de calor cuando la diferencia de temperatura es igual a cero?

¿Qué pasaría si la diferencia de temperatura es mayor?

Finalmente luego de comprender los conceptos teóricos del fenómeno a través del modelado y la simulación el estudiante podrá evidenciar todos los cambios de las variables en tiempo real al jugar con el animador. Esta actividad lúdica le permite consolidar sus saberes.



2. Segundo prototipo: Esta actividad lúdica permite al estudiante relacionar los conceptos teóricos de temperatura y calor abordados en la actividad 3. Este modelo denominado "Aumento de temperatura en función del suministro de calor" le permitirá simular el proceso de calentamiento de una sustancia liquida, modificando variables como la cantidad de masa y el flujo de calor permitiéndole comprender como cambia la temperatura. Esto permitirá identificar las acciones y la intervención en el cambio siendo ellos parte del sistema de estudio.

Objetivo de aprendizaje: Comprender el concepto de temperatura y su relación y diferencia con el de calor.

Materiales y recursos:

- Conocimientos teóricos previos
- Modelo

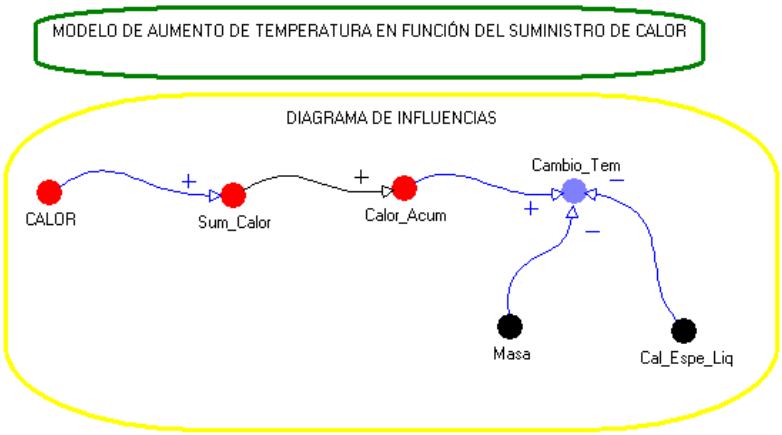
Nuevo Concepto

Calor específico: corresponde a la cantidad de calor que ha de absorber un gramo masa de un sustancia (puede ser líquido) para aumentar un grado centígrado su temperatura.

Instrucciones:

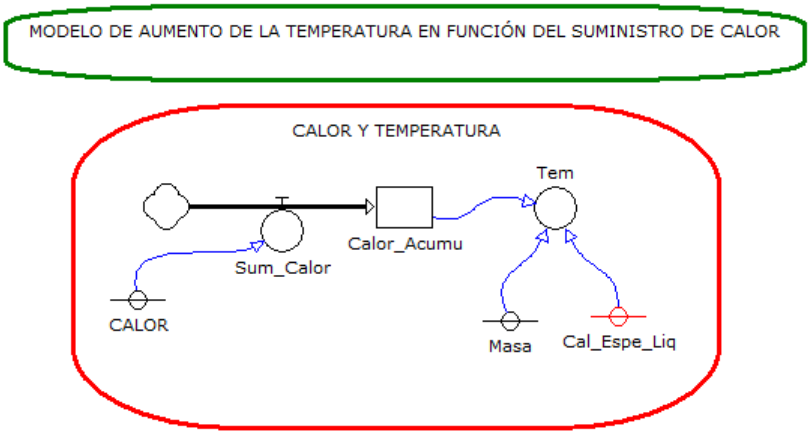
1. El docente inicia la experiencia con la siguiente pregunta: **¿Qué variables intervienen en el proceso de calentamiento de un líquido?**

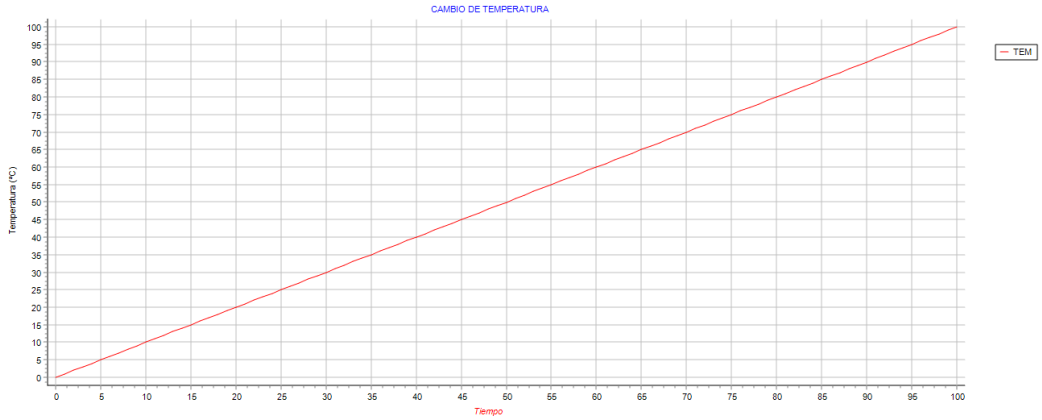
2. Teniendo en cuenta las respuestas se expone el modelo (diagrama de influencias) explicando la relación entre las variables que intervienen en este modelo.



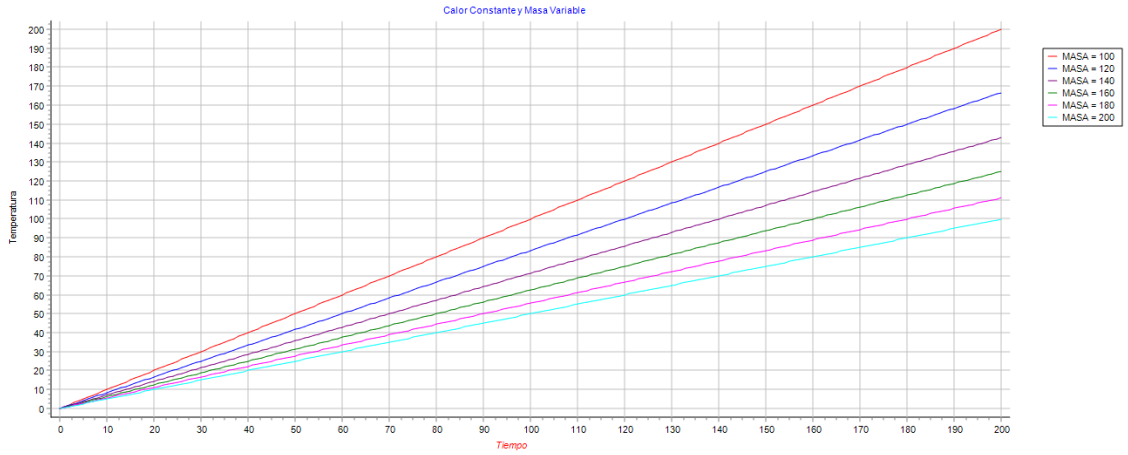
En el diagrama de influencias se muestra que a mayor calor suministrado mayor será el calor acumulado y por lo tanto aumentara la temperatura, pero además se considera que entre la masa y la temperatura existe una relación de información negativa ya que a mayor masa menor será el aumento de temperatura.

3. Una vez comprendido el diagrama de influencias se presenta el modelo de flujo y niveles en el cual se establece un nivel (Sum_Calor: calor total suministrado durante el proceso de calentamiento y Temperatura: que representa la temperatura de la sustancia en cada instante de tiempo) y un flujo (CALOR: que representa el calor suministrado a la sustancia por unidad de tiempo.)





4. Comportamiento simulado por el modelo: el modelo le permitirá al estudiante identificar que el cambio en la temperatura de un líquido depende del suministro de calor y de la cantidad de masa que desee calentar, teniendo en cuenta la variable calor especifico del líquido. Para ello se trabajará un análisis de sensibilidad en donde la masa es variable pero el calor suministrado de mantiene constante, como lo muestra la siguiente gráfica.



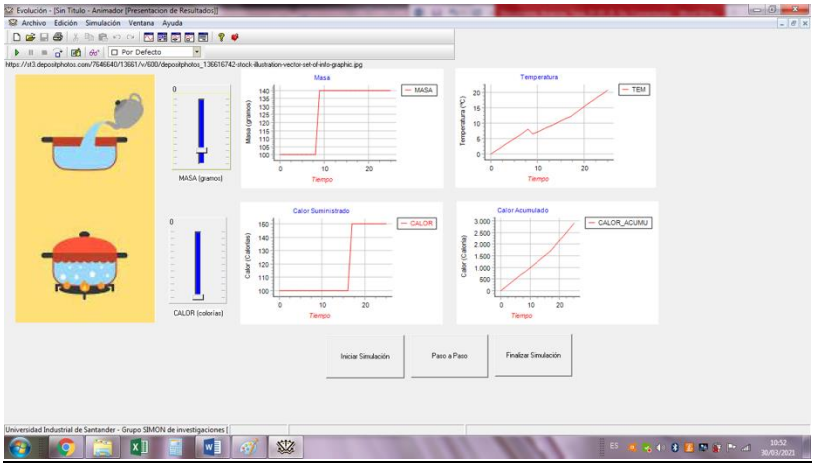
Al jugar con el modelo el estudiante podrá graficar el comportamiento de la temperatura del líquido en el tiempo, lo cual le permitirá identificar que a mayor masa mayor cantidad de calor debe suministrar al líquido para calentarlo y que el tiempo de calentamiento del líquido depende del suministro de calor.

Este análisis de sensibilidad le permitirá contestar las siguientes preguntas:

¿Qué pasaría si mantenemos la masa constante y aumentamos el suministro de calor?

¿Qué pasaría si mantenemos el suministro de calor constante y aumentamos la cantidad de masa de líquido?

Finalmente el estudiante luego de entender los conceptos empleara el animador del modelo para evidenciar sus saberes, comprobarlos y consolidar su aprendizaje. Este animador le permite jugar con las variables suministro de calor y cantidad de masa arrojándole resultados en tiempo real que le permitirán ver cómo cambian las variables de acuerdo con los movimientos realizados.



3. Tercer prototipo Esta actividad secuencial del modelo anterior incorpora otra variable perdidas de calor, que es importante a la hora de entender un fenómeno de calentamiento de una sustancia. Este modelo denominado "Aumento de temperatura en función del suministro de calor con pérdidas" incorporar el concepto de pérdida o ganancia de calor de una sustancia con el ambiente.

Objetivo de aprendizaje: Comprender el concepto de pérdida o ganancia de calor de una sustancia con el ambiente.

Materiales y recursos:

- Conocimientos teóricos previos
- Modelo

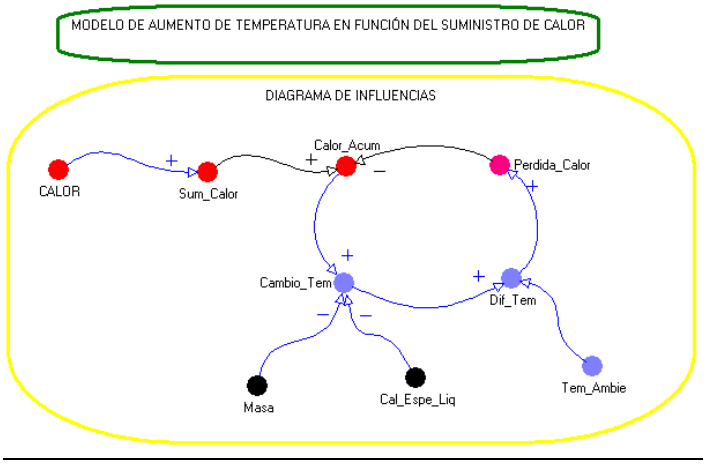
Nuevo concepto

Perdidas de calor con el ambiente (concepto de flujo de calor)

Instrucciones:

1. El docente inicia la experiencia con las siguientes preguntas (lenguaje natural) de forma sucesiva: **¿Por qué se derrite un cubo de hielo cuando los sacamos del congelador? ¿Por qué un café después de un tiempo de servido se pone frio?**

2. Teniendo en cuenta las respuestas se expone el modelo (diagrama de influencias) explicando la relación entre las variables que intervienen en este modelo.

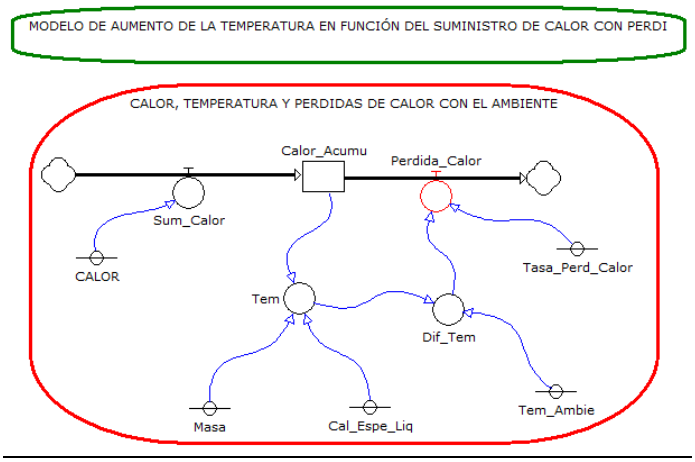


En la figura anterior del diagrama de influencias se aprecia un ciclo de retroalimentación que se lee de la siguiente manera: Cuando suministramos calor a un cuerpo o sustancia este se acumula, lo cual se refleja en un aumento de temperatura, Al aumentar la temperatura del cuerpo o sustancia la diferencia de temperatura con el medio ambiente aumenta (se rompe el equilibrio térmico), generando un flujo de calor desde el cuerpo o sustancia hacia el medio ambiente lo cual se conoce como perdidas de calor por ende al perder calor con el ambiente el calor acumulado disminuye. Es importante explicar que si la temperatura del cuerpo o sustancia es menor que la temperatura ambiente no se perderá calor por el contrario se ganara puesto que en este escenario el calor fluye desde el ambiente hacia el cuerpo o sustancia.

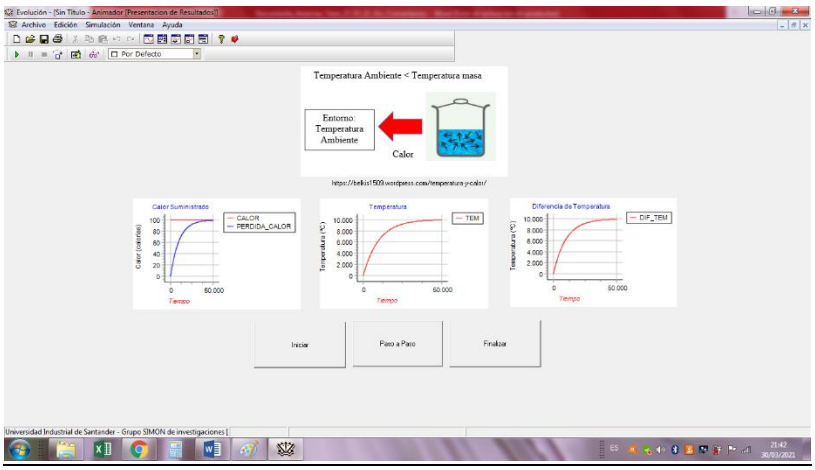
Esta actividad permitirá a los niños identificar relaciones causales de las variables que intervienen en el fenómeno de estudio lo cual les brindará una visión holista del fenómeno y les permitirá aprender de forma significativa conceptos teóricos.

3. Una vez comprendido el diagrama de influencias se presenta el modelo de flujo y niveles en el cual se establecen dos niveles (Sum_Calor: calor total suministrado durante el proceso de calentamiento y Perdida_Calor: que representa la cantidad de calor que el cuerpo o sustancia cede

o absorbe del ambiente en cada instante de tiempo) y un flujo (CALOR: que representa el calor suministrado a la sustancia por unidad de tiempo). Las demás son variables auxiliares que intervienen en el fenómeno y que se consideraron en el desarrollo del modelo dad su pertinencia.



4. Comportamiento simulado por el modelo: el modelo le permitirá al estudiante evidenciar que el cambio en la temperatura de un cuerpo o sustancia depende del suministro de calor y de la cantidad de masa que desee calentar, teniendo en cuenta la variable calor especifico del líquido. Pero además, aprenderá que dado ese cambio de temperatura rompe el equilibrio térmico se generara un flujo de ganancia o pérdida de calor entre la sustancia y su entorno.



El análisis grafico que realiza el alumno con el acompañamiento del docente le permitirá contestar las siguientes preguntas:

¿Qué pasaría si la temperatura del cuerpo o sustancia es menor que la temperatura ambiente?

¿Qué pasaría si la temperatura del cuerpo o sustancia es mayor que la temperatura ambiente?

¿Qué pasaría con las pérdidas de calor si la diferencia de temperatura con el ambiente aumenta?

Finalmente, el estudiante luego de entender los conceptos empleara el animador del modelo para evidenciar sus saberes, comprobarlos y consolidar su aprendizaje.

4. Cuarto prototipo Esta actividad secuencial del modelo anterior pero se incorpora el fenómeno de evaporación (cambio de estado de líquido a gas), que es el eje central de esta investigación. Este modelo denominado "Modelo de Evaporación de un Líquido" incorporar el concepto de temperatura de ebullición y perdida de calor debido a la masa evaporada. Esto modelo representa lo que ocurre cuando hervimos agua en una olla destapada.

Objetivo de aprendizaje: Comprender el fenómeno de evaporación y la pérdida de calor asociada.

Materiales y recursos:

- Conocimientos teóricos previos
- Modelo

Nuevo concepto

1. Temperatura de ebullición: corresponde a la temperatura a la que la masa inicia la ebullición (vaporización), en el caso del agua pura es 100 grados centígrados a la orilla del mar,

entre más altura esta temperatura será menor puesto que la presión atmosférica disminuye, por ejemplo: en Bucaramanga es de aproximadamente 98 grados centígrados.

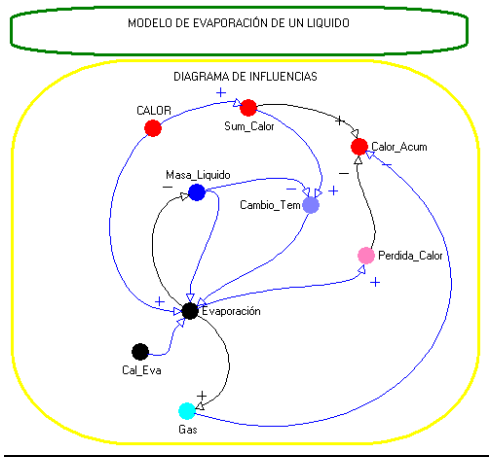
2. Calor de vaporización: corresponde al calor necesario para lograr que un gramo masa de una sustancia se vaporice. Importante resaltar que en esto es que se invierte el calor después de que el líquido inicia la ebullición o lo que comúnmente llamamos hervir.

3. Perdidas de calor asociada a la evaporación del líquido

Instrucciones:

1. El docente inicia la experiencia con las siguientes preguntas (lenguaje natural) de forma sucesiva: **¿Qué ocurre cuando calentamos agua y la dejamos hervir? ¿Qué es la temperatura de ebullición? ¿Por qué se evapora un líquido?**

2. Teniendo en cuenta las respuestas se expone el modelo (diagrama de influencias) explicando la relación entre las variables que intervienen en este modelo.

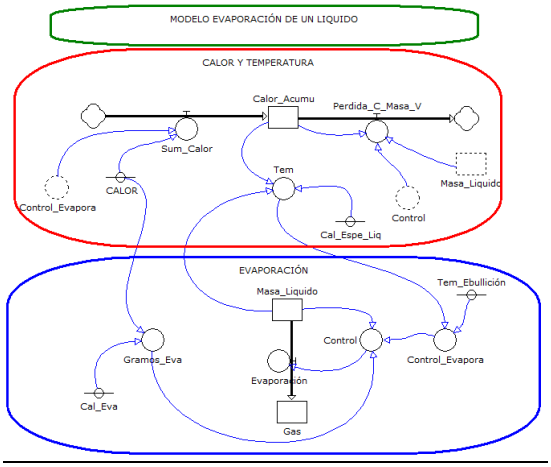


En la figura anterior del diagrama de influencias se lee de la siguiente manera: Cuando suministramos calor a un líquido este se acumula, lo cual se refleja en un aumento de temperatura, por lo tanto a mayor suministro de calor mayor aumento de temperatura. Cuando el calor aculado es suficiente para alcanzar la temperatura de ebullición se inicia el proceso de evaporación del líquido, por lo tanto a mayor evaporación menor masa de líquido y mayor masa de gas pero a

mayor evaporación mayor son las pérdidas de calor ya que la masa de vapor se libera al ambiente llevándose el calor acumulado en ella, lo que se refleja como una perdida que hace que el calor acumulado disminuya.

Esta actividad permite fortalecer los procesos de pensamiento de los estudiantes encontrando sentido a sus saberes previos relacionándolos a través de un diagrama causal o de influencias.

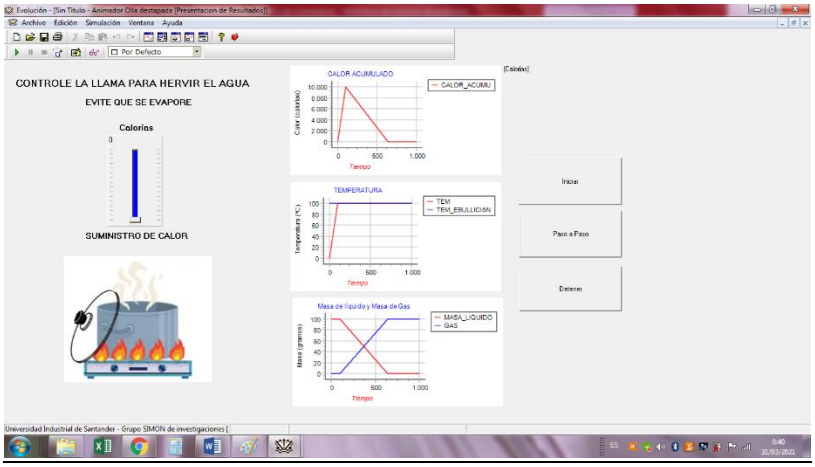
3. Una vez comprendido el diagrama de influencias se presenta el modelo de flujo y niveles en el cual se establecen tres niveles (Sum_Calor: calor total suministrado durante el proceso de calentamiento, Perdida_C_Masa_V: que representa la cantidad de calor que el líquido pierde cuando su masa se evapora y Evaporación: que representa la cantidad de masa en gramos que cambia de líquido a gas) y dos flujos (CALOR: que representa el calor suministrado a la sustancia por unidad de tiempo y Masa_liquido: que representa la masa en gramos de líquido). Las demás son variables auxiliares que intervienen en el fenómeno y que se consideraron en el desarrollo del modelo dado su pertinencia. Es importante resaltar, que en este caso cuando la temperatura del líquido se iguala con la temperatura de ebullición se inicia la evaporación.



4. Comportamiento simulado por el modelo: el modelo le permitirá al estudiante evidenciar de cambio de estado de un líquido en función del suministro de calor relacionado las

variables que intervienen en este fenómeno. Uno de los puntos a resaltar es que el estudiante entienda que al evaporar el líquido se genera una pérdida de calor puesto que el vapor del líquido sale del sistema llevándose consigo el calor asociado a su masa que determina que su temperatura es igual al punto de ebullición.

Por su parte, el modelo posee un animador que le permite regular el suministro de calor y ver cómo se comportan las variables calor acumulado, masa de líquido y gas y temperatura.



El análisis grafico que realiza el alumno con el acompañamiento del docente le permitirá contestar las siguientes preguntas:

¿Qué pasaría con el calor acumulado si regulamos la temperatura y evitamos que el líquido se evapore?

¿Qué pasaría con la masa de líquido si aumentamos el suministro de calor al máximo?

¿Qué ocurre con el calor acumulado cuando inicia el proceso de evaporación?

Finalmente el estudiante entenderá que al cocinar un alimento no es conveniente evaporar, sino regular la llama de la preparación de tal forma que la temperatura se mantenga en la igual a la temperatura de ebullición para evitar que el líquido cambie de estado puesto que esto genera pérdidas de calor y por ende mayor consumo de energía al cocinar.

5. Quinto prototipo Esta es una actividad secuencial del modelo anterior en la cual se aborda el proceso de cocción del arroz que incorpora todos los conceptos y variables trabajadas anteriormente. Este modelo se denomina "Modelo para explicar el consumo de energía al cocinar con olla tapada y destapada".

Objetivo de aprendizaje: Integrar conceptos y reflexionar sobre las acciones que permiten hacer un uso eficiente de la energía al cocinar un alimento.

Materiales y recursos:

- Conocimientos teóricos previos
- Modelo

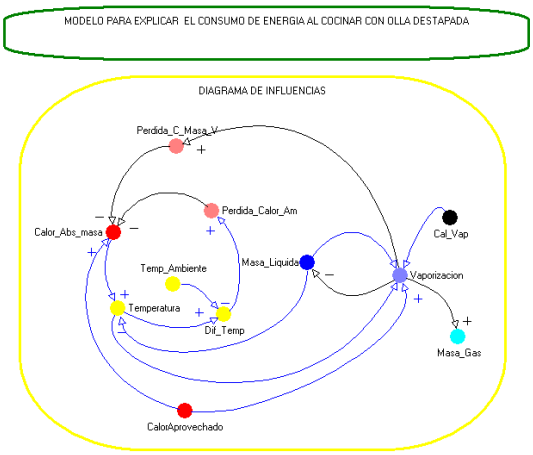
Nuevo concepto

Asociación de todos los conceptos anteriormente abordados.

Instrucciones:

1. El docente inicia la experiencia con las siguientes preguntas (lenguaje natural) de forma sucesiva: **¿Qué medidas debemos tomar al cocinar un alimento para hacer un uso eficiente de la energía?**

2. Teniendo en cuenta las respuestas se expone el modelo (diagrama de influencias) explicando la relación entre las variables que intervienen en este modelo.

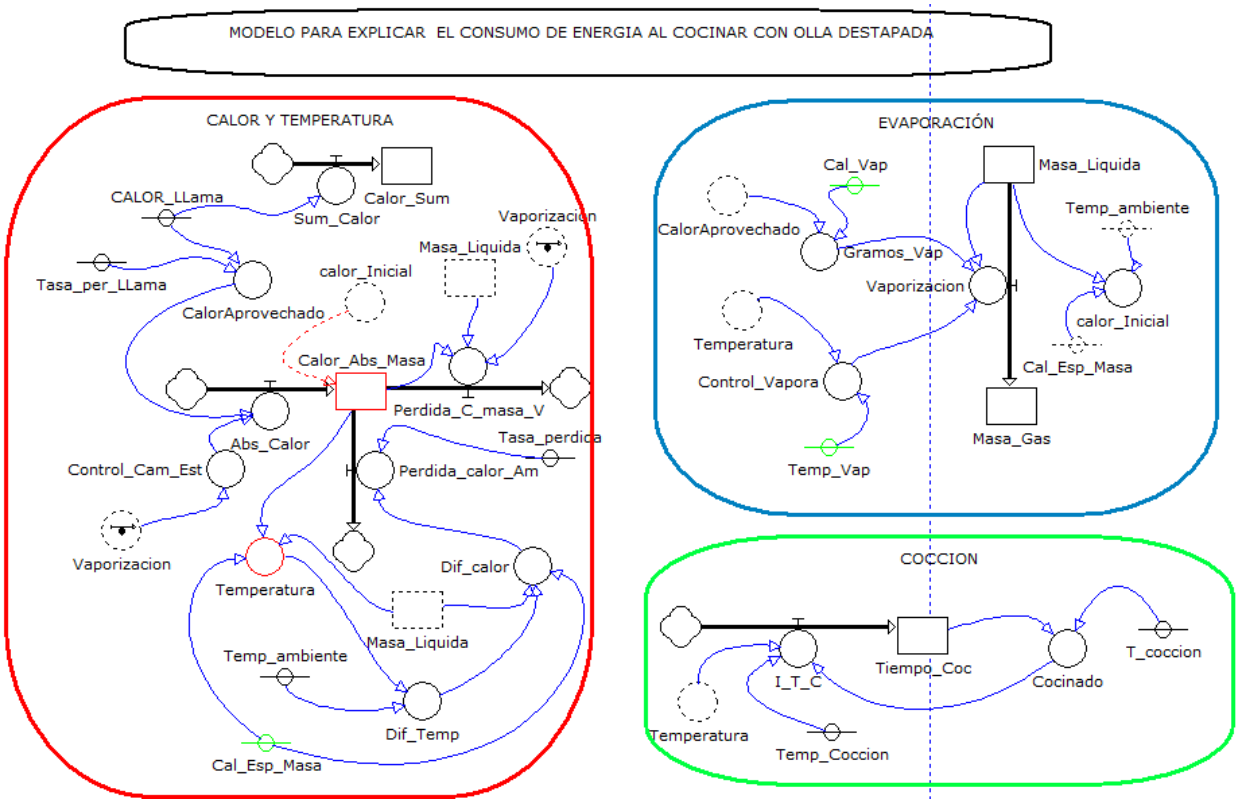


En la figura anterior del diagrama de influencias se lee de la siguiente manera: Cuando suministramos calor a un líquido este se acumula, lo cual se refleja en un aumento de temperatura, por lo tanto a mayor suministro de calor mayor aumento de temperatura, lo cual genera una diferencia de temperatura con el ambiente por lo tanto se generan pérdidas de calor (con el ambiente) que hacen que el calor acumulado por el líquido disminuya. A su vez, cuando el calor aculado es suficiente para alcanzar la temperatura de ebullición se inicia el proceso de evaporación del líquido, por lo tanto a mayor evaporación menor masa de líquido y mayor masa de gas, pero a mayor evaporación mayor son las pérdidas de calor ya que la masa de vapor que se libera al ambiente llevándose un calor asociado, generando que el calor acumulado disminuya. Este esquema refleja el proceso que ocurre cuando cocinamos con una olla destapada.

Esta actividad permite fortalecer los procesos de pensamiento de los estudiantes a través de un diagrama causal o de influencias.

3. Una vez comprendido el diagrama de influencias se presenta el modelo de flujo y niveles en el cual se establecen 6 niveles (Sum_Calor: calor total suministrado durante el proceso de calentamiento, Abs_Calor: que representa el calor absorbido por la masa, Perdida_C_Masa_V: que representa la cantidad de calor que el líquido pierde cuando su masa se evapora, Evaporación: que representa la cantidad de masa en gramos que cambia de líquido a gas, Condensación: que representa la fracción de vapor que se convierte en liquido debido a que la olla tiene la tapa puesta y Perdida_Calor_Am: que representa las pérdidas de calor que se generan con el ambiente debido a la diferencia de temperatura entre el ambiente y el contenido de la olla e I_T_C: que representa el intervalo de tiempo de cocción del alimento que esta dado no desde el inicio de la cocción sino desde que el líquido alcanza la temperatura a la cual los alimentos se cocinan. Además se compone de dos flujos (CALOR: que representa el calor suministrado a la sustancia por unidad de tiempo y

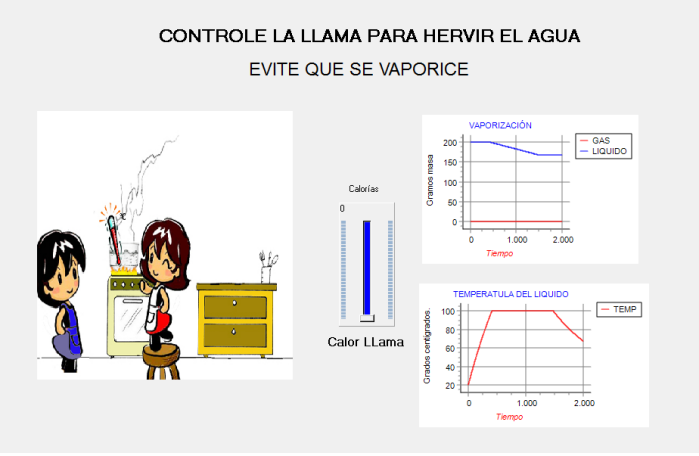
Masa_liquido: que representa la masa en gramos de líquido). Las demás son variables auxiliares que intervienen en el fenómeno y que se consideraron en el desarrollo del modelo dado su pertinencia.



4. Comportamiento simulado por el modelo: el modelo le permitirá al estudiante evidenciar de cambio de estado evaporación y condensación. Además, el estudiante relaciona las variables que intervienen en este fenómeno. Uno de los puntos a resaltar es que el estudiante entienda que al evaporar el líquido se genera una pérdida de calor puesto que el vapor del líquido sale del sistema llevándose consigo el calor asociado a su masa pero que esas pérdidas se lograr disminuir si se disminuye el suministro de calor y se tapa la olla.

Por su parte el modelo posee un animador que le permite regular el suministro de calor y la adición de masa liquida lo cual le permitirá al estudiante ver cómo se comportan las variables calor acumulado, masa en cada estado (líquido y gaseoso) y tiempo de cocción. El propósito del

animador es que el alumno pueda suministrar el calor necesario para lograr una cocción sin evaporar el líquido ya que esto genera un mayor consumo de energía.



Con este prototipo se finaliza la actividad 4 de la secuencia didáctica denominada “la cocina un lugar para cambiar el mundo” propuesta en este trabajo de investigación.

6. Sexto prototipo Esta es una actividad secuencial del modelo anterior que incorpora el fenómeno de condensación (cambio de estado de gas a líquido), lo cual representa el fenómeno que ocurre cuando se cocina con una olla tapada. Este modelo se denomina “Modelo de Evaporación - Condensación”.

Objetivo de aprendizaje: Comprender el fenómeno de evaporación – condensación que ocurre al cocinar con una olla tapada.

Materiales y recursos:

- Conocimientos teóricos previos
- Modelo

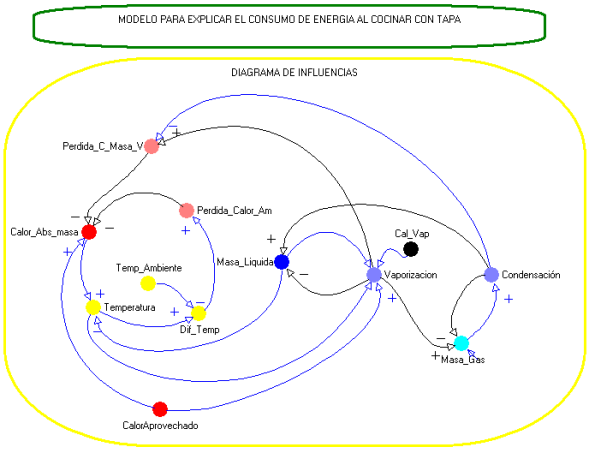
Nuevo concepto

Cambio de estado de gas a líquido: condensación

Instrucciones:

1. El docente inicia la experiencia con las siguientes preguntas (lenguaje natural) de forma sucesiva: **¿Por qué cuando cocinamos con una olla tapada se deposita agua líquida en la tapa?**

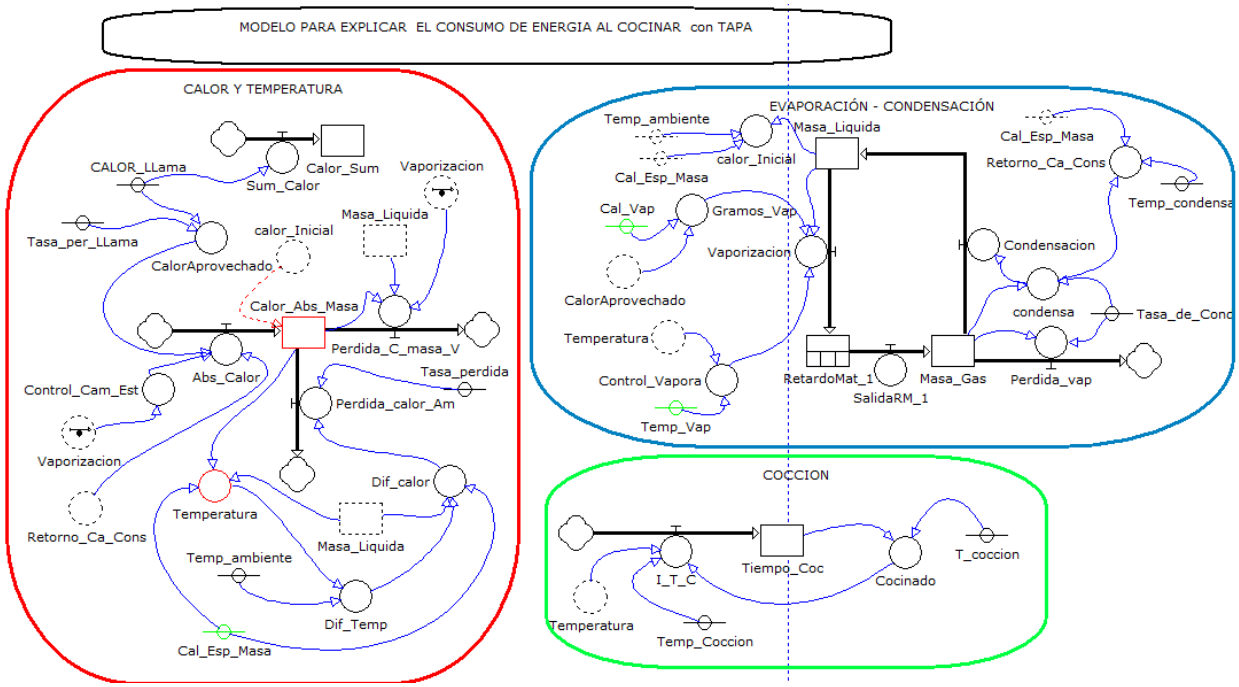
2. Teniendo en cuenta las respuestas se expone el modelo (diagrama de influencias) explicando la relación entre las variables que intervienen en este modelo.



En la figura anterior del diagrama de influencias se lee de la siguiente manera: Cuando suministramos calor a un líquido este se acumula, lo cual se refleja en un aumento de temperatura, por lo tanto a mayor suministro de calor mayor aumento de temperatura, lo cual genera una diferencia de temperatura con el ambiente por lo tanto se generan pérdidas de calor que hacen que el calor acumulado por el líquido disminuya. A su vez, cuando el calor aculado es suficiente para alcanzar la temperatura de ebullición se inicia el proceso de evaporación del líquido, por lo tanto a mayor evaporación menor masa de líquido y mayor masa de gas, pero a mayor evaporación mayor son las pérdidas de calor, pero en este caso parte del vapor se condensa aumentando el nivel de líquido y solo una fracción se libera lo cual disminuye las pérdidas de calor ya que la masa de vapor que se libera al ambiente es menor, pero de igual forma impacta haciendo que el calor acumulado disminuya. Este esquema refleja el proceso que ocurre cuando cocinamos con una olla tapada.

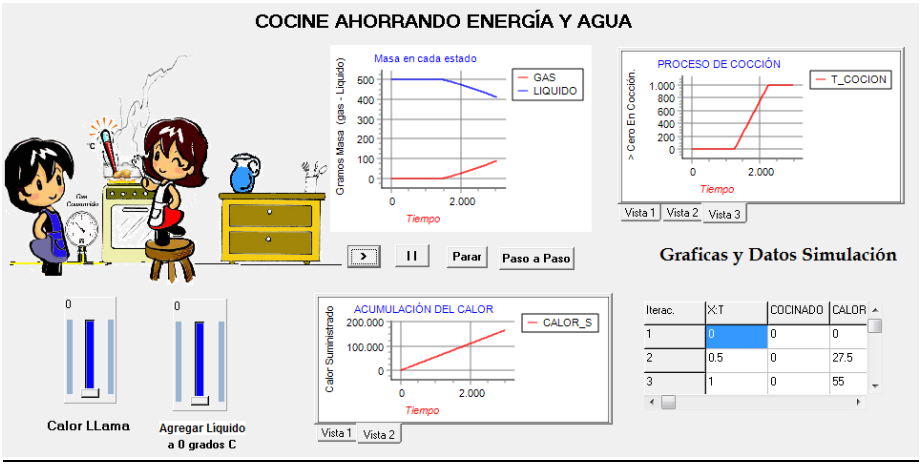
Esta actividad permite fortalecer los procesos de pensamiento de los estudiantes a través de un diagrama causal o de influencias.

3. Una vez comprendido el diagrama de influencias se presenta el modelo de flujo y niveles en el cual se establecen cinco niveles (Sum_Calor: calor total suministrado durante el proceso de calentamiento, Perdida_C_Masa_V: que representa la cantidad de calor que el líquido pierde cuando su masa se evapora, Evaporación: que representa la cantidad de masa en gramos que cambia de líquido a gas, Condensación: que representa la fracción de vapor que se convierte en liquido debido a que la olla tiene la tapa puesta y Perdida_Vapor: que representa la fracción de vapor que sale de la olla hacia el entorno) y dos flujos (CALOR: que representa el calor suministrado a la sustancia por unidad de tiempo y Masa_liquido: que representa la masa en gramos de líquido). Las demás son variables auxiliares que intervienen en el fenómeno y que se consideraron en el desarrollo del modelo dado su pertinencia. Es importante resaltar, que en este caso cuando la temperatura del líquido se iguala con la temperatura de ebullición se inicia la evaporación.



4. Comportamiento simulado por el modelo: el modelo le permitirá al estudiante evidenciar de cambio de estado de un líquido en función del suministro de calor evaporación y el cambio de estado del vapor a liquido puesto que la olla se encuentra tapada y al entrar en contacto el vapor con la superficie de la tapa pierde calor lo que ocasiona la condensación. Además, el estudiante relaciona las variables que intervienen en este fenómeno. Uno de los puntos a resaltar es que el estudiante entienda que al evaporar el líquido se genera una pérdida de calor puesto que el vapor del líquido sale del sistema llevándose consigo el calor asociado a su masa pero que esas pérdidas se lograr disminuir si se disminuye el suministro de calor y se tapa la olla.

Por su parte el modelo posee un animador que le permite regular el suministro de calor y ver cómo se comportan las variables calor acumulado, masa de líquido y gas y temperatura el propósito del animador es que el alumno pueda suministrar el calor necesario para lograr un cocción sin evaporar el líquido ya que esto genera un mayor consumo de energía.



El análisis grafico que realiza el alumno le permitirá contestar las siguientes preguntas:

¿Qué pasaría con las pérdidas de calor si el líquido evaporado es mínimo?

¿Qué pasaría con la masa de líquido si aumentamos el suministro de calor al máximo?

¿Qué ocurre con el calor acumulado cuando inicia el proceso de evaporación?

Finalmente el estudiante entenderá que al cocinar un alimento no es conveniente evaporar, sino regular la llama de la preparación de tal forma que la temperatura se mantenga en la igual a la temperatura de ebullición para evitar que el líquido cambie de estado puesto que esto genera pérdidas de calor que se pueden minimizar si se cocina con la olla tapada. Lo cual garantiza que el consumo de energía sea el mínimo.

Apéndice G: Diario de Campo

MAESTRÍA EN INFORMÁTICA PARA LA EDUCACIÓN UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DIARIO DE CAMPO	
FECHA DE APLICACIÓN	03 de marzo de 2021
NOMBRE DE LA SESIÓN	¿Qué sabemos de…?
OBJETIVO	Identificar los modelos mentales de los estudiantes que rigen los procesos de cocción en los hogares y que determinan un uso ineficiente de la energía.
DURACIÓN	Inicio: 02:14 pm Finalización: 03:26 pm Grado: Octavo
ESTRUCTURA DE LA SESIÓN	OBSERVACIONES Y PERCEPCIONES
FASE 1 APERTURA	La clase comienza al dar inicio a la sesión virtual en la plataforma Zoom, se consumen alrededor de 10 minutos esperando que todos los participantes se conecten. Se inicia compartiendo pantalla para mostrar una presentación en Power Point que contiene los resultados de la encuesta que ellos respondieron antes de iniciar la sesión.
FASE 2 DESARROLLO	Se da inicio al análisis de las preguntas de la encuesta, seleccionando algunos estudiantes para dar lectura a cada una de ellas. Durante el análisis de la pregunta 1 **¿Al conocer los alimentos usted tapa la olla?** Los resultados de la encuesta indicaron que un 42% seleccionaron siempre y un 58% seleccionaron algunas veces. Al profundizar y analizar se evidencia que los estudiantes que seleccionaron siempre cambiaron de opinión afirmando que algunas veces era la respuesta adecuada, puesto que en sus hogares no todos los alimentos se cocinan con la olla tapada uno de los ejemplos destacados que condujo a dicha reflexión fue la preparación del chocolate. Durante el análisis de la pregunta 2 **¿qué hace usted cuando está cocinando un alimento y por tener la olla tapada se le riega?** Al discutir los resultados obtenidos y analizar la pregunta se evidencia que algunos estudiantes que seleccionaron la opción “destapo totalmente la olla” y “destapo un poco la olla” al escuchar las explicaciones de sus compañeros (por ejemplo: “Disminuye el fuego profesor porque si no lo disminuye se riega todo eso”, “ Si usted no disminuye el fuego la preparación sigue hirviendo entonces se sigue regando”) se ven influenciados e indican que lo mejor es disminuir el fuego o disminuir el fuego y destapar la olla. Quedando así las opciones de respuesta 1 y 2 descartadas. Análisis de la pregunta 3 **¿Cómo cree que un alimento se cocina más rápido en una olla común y corriente?** En esta pregunta se evidenciaron algunos modelos mentales predominantes el primero está asociado a que a mayor suministro de calor más rápido será la cocción, Justificados con expresiones como es lógico profesor. Por otra parte, algunos estudiantes se enfocaron en la calidad de la cocción indicando que a fuego medio era mejor puesto que los alimentos quedarían bien cocinados. Al final un 75% se sostuvo en que los alimentos se cocinan más rápido a fuego alto mientras que el otro 25% selecciono a fuego medio. Se evidencio que ninguno propuso una forma diferente para lograr la cocción de un alimento en menor tiempo.

	Análisis de la pregunta 4 **¿Qué pasa cuando el agua está hirviendo y le dejamos el fuego al máximo?** El análisis de esta pregunta permitió ver que los niños no tienen claro el concepto de temperatura de ebullición. Los modelos mentales identificados se centra en que los estudiantes asocian lo siguiente: a mayor cantidad de vapor desprendido por el líquido mayor será la temperatura y a mayor turbulencia mayor temperatura. Además, se utiliza el término caliente y recaliente. Por otra parte se evidencio una explicación coherente en lenguaje natural: "Profesor, cuando ya el agua está hirviendo completamente no se va a calentar más porque se va a secar". La discusión de los textos instructivos fue un poco compleja, puesto que el audio de la sesión virtual de los estudiantes no funcionaba bien, pero al final de la discusión los estudiantes encontraron similitudes y diferencias que se consolidaron en un cuadro y con esos datos consolidados se pudo construir una receta generar para cocinar arroz basada en como lo hacen actualmente al interior de los hogares.
FASE 3 CIERRE	Se realiza el cierre luego de construir la receta general de como cocinar el arroz teniendo en cuenta los textos instructivos realizados por ellos, haciendo énfasis en que dicha preparación se evaluará según las conocimientos que se van a adquirir para determinar si actualmente están realizando un uso eficiente de la energía, o si se debe mejorar algunas prácticas. Se indican las conclusiones obtenidas y se les agradece por la participación, además se explica el objetivo de la siguiente sesión.
FASE 4 EVALUACIÓN	La evaluación se lleva a cabo durante la propia clase donde permanentemente se observaba el trabajo de los estudiantes y se les abordaba a través de diferentes preguntas para develar sus saberes previos. Además, se logró consolidar una receta única para preparar arroz lo cual sirve como base para el desarrollo de la investigación.
Otras consideraciones:	

MAESTRÍA EN INFORMÁTICA PARA LA EDUCACIÓN UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DIARIO DE CAMPO	Maestría en Informática para la Educación
FECHA DE APLICACIÓN	09 de marzo de 2021
NOMBRE DE LA SESIÓN	Aprendamos algo más … Actividad 3
OBJETIVO	Comprender a mayor profundidad la explicación científica y los conceptos asociada al fenómeno de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor.

DURACIÓN	Inicio: 02:00 pm Finalización: 04:00 pm Grado: Octavo
ESTRUCTURA DE LA SESIÓN	OBSERVACIONES Y PERCEPCIONES
FASE 1 APERTURA	La clase comienza al dar inicio a la sesión virtual en la plataforma Zoom, se consumen alrededor de 8 minutos esperando que todos los participantes se conecten, fue necesario recordarles a través del grupo de WhatsApp. Se inicia compartiendo pantalla para mostrar una presentación en Power Point que contiene toda la información que se abordará en la presente sesión.
FASE 2 DESARROLLO	Se da inicio al análisis de las preguntas de la rutina de pensamiento antes pensaba en la cual los estudiantes brindan sus respuestas teniendo en cuenta los saberes previos. El realizar esta actividad de forma remota dificulto el desarrollo de la rutina antes pensaba puesto que los niños tienden a consultar en internet y eso no refleja sus saberes previos por lo que se decidió hacer esta actividad como un cuestionario oral durante el inicio de la sesión. En la pregunta 3 ¿Cuál es la temperatura máxima que puede alcanzar un líquido? Mientras yo preguntaba ellos buscaron en internet indicando valores numéricos pero sin ninguna explicación que indicara el porqué de su respuesta, lo cual dejo en evidencia que aun en ese momento optaron por consultar en internet pero se resalta que algunos indicaron que no sabían. Luego se procedió a dar inicio con la explicación de conceptos teóricos que están directamente relacionados con el cambio de estado de una sustancia entre los cuales se destacan: Materia y sus estados, cambios de estado de la materia, energía, temperatura y calor, mecanismos de transferencia de calor y curva de calentamiento de una sustancia enfatizando en el proceso de evaporación. Se finalizó con la lectura que resalta los conceptos de calor sensible y calor latente de evaporación. Cada uno de los conceptos se explicó por el docente de forma secuencial apoyadas en la información plasmada en la presentación de Power Point y para ahondar más en cada concepto se proyectaron videos explicativos desde YouTube que fueron previamente seleccionados. Al finalizar cada uno de los videos se realizó una discusión para profundizar y contextualizar esos saberes a situaciones conocidas por los estudiantes. Se analizó la gráfica de calentamiento de una sustancia haciendo énfasis en el proceso de cambio de estado puesto que durante dicho proceso la temperatura de las sustancias se mantiene constante, permitiendo a los niños transformar su modelo mental frente a este fenómeno puesto que en sus pre saberes se evidencio que pensaban que a mayor turbulencia (agitación del líquido) mayor era la temperatura. Durante el desarrollo de esta fase se evidencio que los estudiantes estuvieron muy pendiente e interesados por las explicaciones además participaron activamente respondiendo a los cuestionamientos realizados y participaron en la lectura de algunos apartes de la presentación. Otro punto por resaltar es el interés que despertaron las ayudas didácticas que se implementaron (videos de YouTube) los cuales por su característica grafica les llamaron mucho la atención. Algunos inconvenientes presentados se dieron al inicio de la proyección de los videos pues se tardó un poco por la velocidad del internet pero se sobrellevo haciendo preguntas sencillas que incentivaron la participación. Se resalta que en ocasiones se generan problemas de conectividad de los estudiantes lo cual les dificulto su participación.

FASE 3 CIERRE	Se realiza el cierre luego de finalizar la explicación de los conceptos con un video del profesor "Súper O" que trata la temática de ahorro de energía al cocinar. La sesión se finaliza al ver que los alumnos presentan cansancio luego de una jornada de estudio muy larga puesto que el proyecto se está realizando en jornada contraria. Se envía el formato de la rutina de pensamiento Ahora pienso a través del grupo de WhatsApp para su respectivo diligenciamiento.
FASE 4 EVALUACIÓN	La evaluación se lleva a cabo con la rutina antes pensaba ahora pienso. Además, durante la clase se realiza una permanente observación de la participación e interés de los estudiantes.
Otras consideraciones:	

MAESTRÍA EN INFORMÁTICA PARA LA EDUCACIÓN UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DIARIO DE CAMPO	Maestría en Informática para la Educación
FECHA DE APLICACIÓN	16 de marzo de 2021
NOMBRE DE LA SESIÓN	Aprendamos algo más … Actividad 4 fase de inicio
OBJETIVO	Identificar la dinámica de cambio en el tiempo de una variable y lo que la hace cambiar.
DURACIÓN	Inicio: 10:00 am Finalización: 12:00 m Grado: Octavo
ESTRUCTURA DE LA SESIÓN	OBSERVACIONES Y PERCEPCIONES
FASE 1 APERTURA	La clase comienza al dar inicio a la sesión virtual en la plataforma Zoom. Se inicia con una introducción al juego de entrada salida explicando la actividad que se va a realizar. Se solicita a los alumnos contar con lentejas que cumplirán la función de fichas de juego, algunos estudiantes expusieron que no contaban con lentejas por lo que se decidió jugar con cualquier tipo de grano. En la pantalla se proyectó el documento de apoyo.
FASE 2 DESARROLLO	Se inicia la actividad de juego entrada salida proyectando en la pantalla el tablero de juego y se les pide que lo dibujen en una hoja para lo cual se dio un tiempo 5 minutos. A continuación, se les pide que dibujen la tabla de registro de los datos y finalmente el plano cartesiano. Todo el proceso de preparación del juego tardo cerca de 15 minutos.

	Se explica detalladamente las reglas del juego entrada salida, especialmente como se deben registrar los datos en la tabla y como se debe graficar dichos datos en la gráfica, para ello se realizaron dos jugadas de prueba para que los estudiantes se familiarizaran con el juego. Uno de los estudiantes registro las jugadas de prueba por lo que fue necesario realizar la misma jugada al inicio del juego real. Se evidencia muy buena actitud y concentración e interés por la actividad. Antes de iniciar se solicitó que todos mostraran en tablero de juego, la tabla de registro y la gráfica tal como se evidencia en el video de la clase. En la primera jugada se insistió en que cada alumno mostrara su tablero de juego. Jugada cero: Entran: 0, Salen:2 Cuadro=5 Jugada 1: Entran:2, Salen: 2 Cuadro=5 Hubo una pequeña confusión que se superó al instante. Jugada 2: Entran:1, Salen: 1 Cuadro=5 Jugada 3: Entran:2, Salen: 1 Cuadro=6 Jugada 4: Entran:3, Salen: 1 Cuadro=8 Se evidencia muy buena concentración y participación de los alumnos, Dando respuesta a lo que queda en el cuadro. Fue necesario repetir la jugada por problemas de conexión. Jugada 5: Entran:3, Salen: 2 Cuadro=9 Fue necesario solicitar que mostraran el tablero de juego para evidenciar que si estuvieran realizando los movimientos bien. Jugada 6: Entran:2, Salen:4 Cuadro=7 Jugada 7: Entran:1, Salen:3 Cuadro=5 Ya se evidencia que los estudiantes tomaron el ritmo del juego puesto que responde inmediatamente cuantas quedan en el cuadro Jugada 8: Entran:1, Salen:2 Cuadro=4 Jugada 9: Entran:4, Salen:7 Cuadro=1 Jugada 10: Entran:1, Salen:2 Cuadro=0 Queda cero respondieron los alumnos. Se procedió a llenar a tabla en la pantalla proyectada con ayuda del estudiante 4. Luego se construyó la gráfica entre todos primero se mostró como ubicar el primer punto y luego uno de los alumnos explico a sus compañeros como graficar los demás puntos de la gráfica. Finalmente para la comprensión de todos se construyó la gráfica en la pantalla hasta los primero cuatro datos y se les solicito terminarla. Cuando finalmente terminaron se expresó que la gráfica quedo con forma de montaña. Al presentar la gráfica en la pantalla se evidencio que a todos les quedo igual.
FASE 3 CIERRE	Se inicia el análisis a partir de la gráfica construida con los datos del juego entrada salida. Al preguntar que ocurre en el la gráfica durante las jugadas 0, 1 y 2 los niños responden que se mantiene igual, explicándoles que eso se conoce como una tendencia constante. Seguidamente, se les cuestionó que ocurre de la jugada 2 a la jugada 5 los niños respondieron que empezaba a subir explicando que ocurre un desbalance y por lo tanto lo tendencia sube, allí se explica que eso se traduce en un crecimiento. Finalmente, se pregunta cuál es el comportamiento durante la jugada 5 a la 10 a lo cual indican que la gráfica baja por lo cual se les explica que es una tendencia decreciente. Se abordaron preguntas del tipo ¿Qué pasaría si las salidas fueran mayor que las entradas?

	Durante esta fase se realizó un análisis detallado, tanto que se logró asociar el juego entrada salida a situaciones reales que los niños han visto. Como por ejemplo la dinámica poblacional como ejemplo población de especies de animales. Esto les permitió evidenciar que a pesar de que los elementos del cuadro se mantengan constante siempre hay un cambio. También, se asociaron los resultados del juego entrada salida (grafico) al proceso de calentamiento de una sustancia en concreto el proceso de hervir agua en la casa. La tendencia constante se asoció a que se pone la olla pero no se enciende la llama por lo tanto su temperatura no cambia. La tendencia creciente se asoció a la acción de encender el fuego y el punto máximo se asoció a que el agua ya estaba hirviendo por lo cual se apaga el fuego. Luego de lo cual el agua empieza a enfriarse Iniciando la tendencia decreciente que representa el proceso de enfriamiento hasta alcanzar la temperatura ambiente poniéndose al clima indicaron los niños. Fue tanto el interés de los alumnos que querían seguir jugando pero el horario de la clase no lo permitió. Se aprovechó para reforzar el concepto de como fluye el calor y el concepto de temperatura de ebullición con algunos ejemplos. Se evidencia que hay cierta claridad en dicho concepto respondiendo a los cuestionamientos de forma positiva. Además, se evidencio una asociación de las tendencias a fenómenos como el latido del corazón o el cambio de valor del dinero. Finalmente el último análisis realizado se basó en asociar la gráfica que se obtuvo con el consumo de gas en el hogar. Siendo un ejemplo muy familiar para los niños puesto que cuando se cocina más en la casa se aumenta el consumo y si se cocina menos se el consumo disminuye y si el consumo se mantiene constante representa que se cocinó lo mismo que el mes anterior.
FASE 4 EVALUACIÓN	Finalmente los trabajos se fueron enviados a través del WhatsApp. La evaluación se lleva a cabo con las evidencias enviadas. Además, durante la clase se realiza una permanente observación de la participación e interés de los estudiantes y su respuesta a los cuestionamientos realizados. Al preguntar si se entiende que es una tendencia creciente, decreciente y constante se evidencia que existe una muy buena apropiación de los conceptos.
Otras consideraciones:	

MAESTRÍA EN INFORMÁTICA PARA LA EDUCACIÓN UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER DIARIO DE CAMPO	
FECHA DE APLICACIÓN	24 de marzo de 2021
NOMBRE DE LA SESIÓN	Aprendamos algo más … Actividad 4 Modelado y Simulación
OBJETIVO	Identificar la dinámica de cambio en el tiempo de una variable y lo que la hace cambiar mediado con TIC.
DURACIÓN	Inicio: 02:00 pm Finalización: 03:00 pm Grado: Octavo
ESTRUCTURA DE LA SESIÓN	OBSERVACIONES Y PERCEPCIONES
FASE 1 APERTURA	Saludo de bienvenida, revisión de asistentes e introducción de las actividades de simulación con la presentación del software EVOLUCION y los pasos para su instalación. Además, se compartió el modelo Entrada – salida por medio del WhatsApp para poder desarrollar la clase.
FASE 2 DESARROLLO	Una vez instalado y cargado el modelo por parte de los estudiantes se procede a proyectar para mostrar el funcionamiento, preguntándoles si evidencian la similitud del esquema con el tablero de juego que hicimos en papel. Se abordan diferentes escenarios que determinan tendencias decrecientes, constantes y crecientes para familiazarlos con el manejo del software pero evidenciando los cambios que ocurren al cambiar una variable haciendo preguntas del tipo: ¿Qué pasaría si entran más de los que salen? ¿Qué pasaría si entran menos de los que salen? ¿Qué pasaría si entran y salen la mima cantidad? Interesante que dependiendo de la regla jugada los alumnos pronostican el comportamiento de la gráfica e incluso indican el cambio de la variable en cada jugada, lo cual refleja un proceso de pensamiento asociado al concepto de cambio de una variable en el tiempo. Se brinda una explicación del concepto de cambio de una variable y que hace que esa variable cambie. Siguiendo con el desarrollo de la clase de modelado se da inicio a la metodología de simulación con prototipos y complejidad creciente. Partiendo con el desarrollo del Primer prototipo denominado: ¿Cómo fluye el calor? siendo este el concepto clave de este modelo. Modelo en el lenguaje de la prosa: Por lo tanto se parte con la construcción del modelo en el lenguaje de la prosa por parte de los estudiantes, en donde se indica una explicación de cómo fluye el calor. Haciendo énfasis en las diagramas causales y multicausales que se generan en este fenómenos. Llegando a la conclusión que el calor siempre fluye desde un cuerpo de alta temperatura hacia un cuerpo de baja temperatura, hasta que las temperaturas de los dos cuerpos se igualan. Seguidamente se procede a construir en modelo en el lenguaje de las influencias en el software EVOLUCIÓN con los estudiantes. VD4.3 min 32:00

	Una vez comprendido las relaciones de cada variable se procede a trabajar con el modelo de flujos y niveles. El cual se explicó a través de un ejemplo: Agua caliente y hielo. Lo cual permitió graficar como cambian las Temperaturas de los dos cuerpos en contacto dado que el que está caliente se enfría y el que esta frio se calienta hasta que las temperaturas se igualan. Este modelo permitió entender a los estudiantes el sentido de flujo de calor.
FASE 3 CIERRE	Se sintetiza la información con la actividad lúdica realizada en el animador el cual permitió a los estudiantes ver en simultáneo paso a paso como cambian las variables en el tiempo interiorizando el concepto de flujo de calor entre dos sustancias que están a diferente temperatura.
FASE 4 EVALUACIÓN	¿Qué ocurre con el flujo de calor cuando la diferencia de temperatura es igual a cero? ¿Qué pasaría si la diferencia de temperatura es mayor? A partir de estas dos preguntas se logró evaluar que los estudiantes si comprendieron el concepto abordado en el modelo.
Otras consideraciones:	

Apéndice H: Análisis categorial 1.

Categoría central	Definición de la categoría central	Codificación de segundo nivel	Codificación de primer nivel	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)
Aprendizaje	Capacidad del estudiante para definir sus preconcepciones respecto al mundo natural y los fenómenos que al interior de él ocurren, hacerse preguntas, formular hipótesis a partir de estos y contrastarlos con los fundamentos teóricos propios de las ciencias naturales para validarlos o refutarlos con base en un fundamento científico. El proceso de aprendizaje implica que el estudiantes entre otras cosas, adquiera la capacidad de analizar detalladamente determinada situación, plantear si esta afecta directamente sus necesidades y proponer posibles estrategias de solución. De igual manera se hace referencia a la capacidad de criticar, reflexionar, entender, cuestionar y transformar el mundo	Observo fenómenos específicos.	Observo los procesos de cocción en mi hogar (encuesta inicial)	**E1 a E12**: responden preguntas (**EN1**) relacionadas con los procesos de cocción, a partir sus saberes previos que nacen de la observación y experiencias vivenciadas en el hogar, teniendo principalmente los saberes tradicionales y las costumbres al desarrollar los procesos de cocción. **E1 a E12**: observan detalladamente el proceso de cocción del arroz que se realiza en casa.
		Formulo hipótesis, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.	Socialización de los resultados de la encuesta (conversatorio Zoom)	A la pregunta ¿Cómo cree que un alimento se cocina más rápido en una olla común y corriente? De la **EN1** se expresa lo siguiente: **E1**: Con el fuego máximo del fogón, porque se cocina más rápido las cosas y ahorro gas. **E2**: Con el fuego máximo del fogón, porque al tener el fuego máximo de calienta más rápido **E3**: Con el fuego máximo del fogón, porque se vaporiza rápido y después se tapa y se baja el fuego **E4**: Con el fuego máximo del fogón porque se eleva la temperatura **E5**: Con el fuego máximo del fogón porque se tapa y se cocina más. **E6**: Con el fuego medio del fogón porque al cocinar en fuego medio se cocina mejor y no corro el riesgo que se queme, porque tiene buen tiempo para la cocción. **E7**: Con el fuego mínimo del fogón, porque entre más llama se le ponga se arrebata y se puede quemar. **E8**: Con el fuego máximo del fogón, Porque es más la temperatura del fuego **E9**: Con el fuego máximo del fogón, porque se tiene mayor fuego más rápido está **E10**: Con el fuego medio del fogón, para que la comida se cocine uniformemente **E11**: Con el fuego máximo del fogón, porque si el fuego está a máximo el aliento se va a cocinar más rápido pero hay que tener mucho cuidado porque se nos puede quemar

	que lo rodea, convirtiéndose así en un sujeto activo dentro de su entorno que, a través de los conocimientos adquiridos y su correcta implementación, pueda actuar en forma responsable para seleccionar, cuidar y usar de manera responsable y sostenible los recursos y materiales de los que dispone en su entorno, además de propender por su cuidado y conservación. Veglia, S. (2007).			**E12**: Con el fuego máximo del fogón, porque uno le sube la llama a la estufa para que se cocine. A la pregunta ¿Qué pasa cuando el agua está hirviendo y dejamos el fuego al máximo? De la **EN1** se expresa lo siguiente: **E1**:el agua sigue igual de caliente **E2**:el agua sigue igual de caliente **E3**: el agua se calienta más **E4**: el agua se calienta más **E5**: el agua se calienta más **E6**: el agua sigue igual de caliente **E7**: el agua se calienta más/porque tiene el fuego **E8**: el agua se calienta más **E9**: el agua se calienta más **E10**: el agua sigue igual de caliente **E11**: el agua se calienta más **E12**: el agua se calienta más **VD2.0** min 11:54 ¿Al cocinar chocolate en su casa lo hacen con la olla tapada o destapada? RTA **E5** destapada ¿Por qué si lo tapas que pasaría? RTA **E5** se riega profesor. **VD2.0** min 13:35: ¿Sí quisiéramos ahorrar energía al momento de cocinar ustedes que recomendarían tapar o destapar la olla? RTA **E5**, **E10** y **E12** tapar la olla profesor ¿Por qué? **E12** y **E10** Por que se cocina más rápido profe, **E12** min 14:44 Profesor es que el vapor ayuda al alimento a cocinar más rápido.
		Registro mis observaciones y resultados de forma organizada y sin alteraciones utilizando esquemas, gráficos y tablas.	Construcción de texto instructivo a partir de mis observaciones (receta)	**E1 a E12**: responden las preguntas de la encuesta plasmando sus conocimientos sobre los procesos de cocción realizados al interior de sus hogares. **E1 a E12**: elaboran un texto instructivo plasmando toda la información obtenida sobre el proceso de cocción del arroz que se realiza en casa. **E1** a **E12:** registran respuestas de manera organizada de la actividad: antes pensaba ahora pienso.

		Busco información en diferentes fuentes.	Exposición de los Conceptos teóricos (videos, libros, imágenes, páginas de internet relacionadas con el tema)	**VD3.0** min 32:38 **E1** a **E12** observan un video explicativo de YouTube, sobre la materia y sus estados con una duración de 3:15 minutos. **VD3.1** min 02:58 **E1** a **E12** observan un video explicativo de YouTube, sobre los cambios de estado de la materia con una duración de 2:40 minutos. **VD3.1** min 12:07 **E1** a **E12** observan un video explicativo de YouTube, sobre la energía con una duración de 3:30 minutos. **VD3.1** min 28:03 **E1** a **E12** observan un video explicativo de YouTube, sobre temperatura y calor con una duración de 3:14 minutos. **VD3.2** min 2:16 **E1** a **E12** observan dos videos explicativos de YouTube, sobre mecanismos de transferencia de calor con una duración del 4:21 y 3:07 minutos. **VD3.2** min 26:53 **E1** a **E12** observan dos videos explicativos de YouTube sobre evaporación de una sustancia con una duración del 4:36 y el segundo video sobre ahorro de energía en la cocina con una duración de 6:44 minutos. **DC2**: Se realiza análisis de la gráfica de calentamiento del agua entendiendo que al alcanzar la temperatura de ebullición esta se mantiene constante. **DC2** se evidenció que los estudiantes estuvieron muy pendiente e interesados por las explicaciones además participaron activamente respondiendo a los cuestionamientos realizados y participaron en la lectura de algunos apartes de la presentación. **VD3.1** min 12:00 ¿Qué tal les parece esta dinámica de aprendizaje con videos? RTA **E4** chévere. RTA **E9** me parece más didáctica RTA **E12** es una actividad muy buena y viendo los videos entendemos mejor los conceptos
		Saco conclusiones de los experimentos que realizó, aunque no obtenga los resultados esperados.	Formulación de preguntas sobre las temáticas vistas	**VD2.0** min 11:54 ¿Al cocinar chocolate en su casa lo hacen con la olla tapada o destapada? RTA **E5** destapada ¿Por qué si lo tapas que pasaría? RTA **E5** se riega profesor. **VD2.0** min 18:45 cual sería la primera recomendación que obtenemos de la primera pregunta de la **EN1** ¿Al cocinar los alimentos usted tapa la olla? RTA **E4** que siempre hay que cocinar con las ollas tapadas. **E2** min 19:25 no señor porque siempre no se tapan. ¿Se podrían tapar siempre? **E7** min 19:39 si, pero no estoy de acuerdo no todas las veces tapar los

				alimentos. El chocolate no se puede tapar profe y el agua de panela tampoco se puede tapar ¿Por qué? porque se derrama profesor. **VD2.0** min 29:55 si al preparar una sopa esta se seca y es necesario echarle más agua ¿ustedes creen que se gasta más o menos energía? RTA **E1, E4** vamos a gastar más energía porque vamos a tener que cocinar de nuevo, prender el fogón de nuevo. **VD2.1** min 9:00 ¿Cómo se cocina el arroz en casa? RTA **E5, E7, E11, E2, E3, E7, E1, E4, E10 y E12** describen la experiencia. ¿Con quién encontraron similitudes? RTA min 26:05 **E7** con **E9**, profe con la mayoría. **VD2.1** min **26:50** las similitudes encontradas fueron: ¿por cada pocillo de arroz cuánta agua debo echarle? RTA **E7** dos, **E1, E2, E3, E4, E5, E6, E9, E10, E11, E12** el doble. Min 27:15 ¿Al inicio de la preparación debemos cocinar con la olla tapada o destapada? RTA, **E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E9, E10, E11, E12** destapada a fuego alto para lograr que el agua se evapore. 27:35 ¿Cuándo el agua se evapore que debo hacer? RTA **E1 E9** bajarle el fuego y tapar la olla
		Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas	Investigación en internet , explicaciones del profesor	**VD3.2** min 17:00 cuando un líquido alcanza el punto de ebullición su temperatura se mantiene constante, por lo tanto si se suministra calor en exceso lo que ocurre es que aumento la velocidad de evaporación. **RAP1 (VD3.0**) min 25:00 ¿Qué es la temperatura de ebullición? RTA **E4** min 26:00 y **E12**, **E11** min 29:20 es la temperatura a la que un líquido hierve, **E11** 28:10 el punto de ebullición es cuando algo hierve, **E9, E1, E5, E2** min 28:34 – 29:12 es cuando un líquido se transforma en vapor.
		Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparó con las de otras personas y con las teorías científicas.	Socialización de los resultados de la encuesta y receta (conversatorio Zoom)	**VD2.0** min 15:00 ¿Al cocinar los alimentos usted tapa la olla? RTA: **E7** min 15:22 Profesor yo respondí siempre porque como mi mamita es la que cocina acá en la casa yo le pregunté cuál de esas y ella me dijo que respondiera siempre. Pero pues yo marque siempre pero pues es algunas veces. **E4** min 16:49 siempre pero la respuesta adecuada seria algunas veces profesor. **VD2.0** min 21:50 ¿qué hace usted cuando está cocinando un alimento y por tener la olla tapada se le riega? RTA **E7** min 24:25 Disminuye el fuego profesor porque si no lo disminuye se riega todo eso. Profe yo elegiría disminuye el fuego porque si

				usted deja el fuego así ella (la preparación) sigue hirviendo y ahí si se le riega. **E5** min 25:01 Al disminuir el fuego y destapar la olla lo que vamos a hacer es que el vapor salga y lo que hace es que se disminuya (Nivel), Por ejemplo la leche la leche empieza a hervir y se empieza a regar, entonces se va bajando al disminuir el fuego y al destaparla todos los vapores van saliendo y ahí ya se controla. Pregunta 3 **EN1** ¿Cómo cree que un alimento se cocina más rápido en una olla común y corriente? **VD2.0** min 29:12 Profesor es que no importa si se tarda mucho pero se cocina mejor, en cambio sí le coloco el fuego máximo se evapora el agua o lo que estemos cocinando y queda crudo. **VD2.0** min 29:32 Profe yo estoy de acuerdo con lo que dijo **E7** y es verdad ahorita le pregunté a mi mamá y me dijo que con el fuego más rápido se cocina más rápido pero va a quedar crudo por dentro.
		Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.	Expresión oral de los estudiantes en las diferentes actividades.	**VD2.1** min 4:50 ¿Qué es la cantidad de calor? RTA E4 la cantidad del volumen de fuego a la que una cosa hierve. **VD3.0** min 32:10 ¿Cuáles son los estados fundamentales de la materia? RTA **E4** liquido solido gaseosos y me falta uno profe. **E1** y plasma **E4** eso y plasma. **VD3.0** **VD3.2** min 15:27 ¿Cómo se llama temperatura en la cual el agua empieza a hervir? RTA **E8**, **E2** y **E4** Se llama la temperatura de ebullición.
		Verifico la conducción de electricidad o Calor en materiales.	Intervenciones de los estudiantes.	**VD3.1** min 33:15 explicación del mecanismo de transferencia de calor denominado conducción, convección y radiación.
		Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias.	Intervenciones de los estudiantes.	**RAP1 (VD3.0)** min 01:00 ¿Qué es un cambio de estado de una sustancia? RTA **E11** es un cambio de la temperatura. **RAP1 (VD3.0)** min 10:00 ¿Por qué ocurren los cambios de estado? RTA **E4** min 10:00 por el frio y el calor, **E10** min 11:59 por el calor, **E2** por los cambios de temperatura entre más alta más calor y entre más baja más frio, **E7** min 15:34 porque en este tiempo hace calor y sacamos un hielo de la nevera el calor

				lo va derritiendo y así el agua se va poniendo tibia, **E11** min 16:02 por el aumento o disminución de temperatura
Pensamiento	Es la capacidad del estudiante para elegir por sí mismo (y con base en el conocimiento adquirido de su experiencia y enriquecido gracias los fundamentos científicos) las estrategias, pasos y procedimientos necesarios para solucionar una situación planteada. Además hace referencia a la capacidad para identificar, diferenciar, comparar, decodificar, clasificar, analizar, sintetizar y proponer ante una determinada situación o fenómeno natural. Ritchhart, Church & Morrison, 2014. Esta categoría también está enfocada a evidenciar que el estudiante contraste sus preconceptos con los fundamentos científicos abordados y muestre la capacidad para vincularlos,	Identifico y verifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).	Socialización de los resultados de la encuesta (conversatorio Zoom), Construcción de texto instructivo a partir de mis observaciones (receta)	No se evidencia.
		Propongo modelos para pronósticar los resultados de mis experimentos.	Modelos mentales	**VD2.0** min 11:54 ¿Al cocinar chocolate en su casa lo hacen con la olla tapada o destapada? RTA **E5** destapada ¿Por qué si lo tapas que pasaría? RTA **E5** se riega profesor. **VD2.0** min 13:35: ¿Sí quisiéramos ahorrar energía al momento de cocinar ustedes que recomendarían tapar o destapar la olla? RTA **E5**, **E10** y E12 tapar la olla profesor ¿Por qué? **E12** y **E10** Por que se cocina más rápido profe, **E12** min 14:44 Profesor es que el vapor ayuda al alimento a cocinar más rápido. **VD2.0** min 18:32 ¿si siempre cocinamos con las ollas destapadas ahorramos o desperdiciamos energía? RTA **E4** No señor. ¿Y al gastar más energía que pasa con el recibo del gas? RTA **E4** llega caro profe **VD2.0** min ¿Qué pasa cuando el agua está hirviendo y dejamos el fuego al máximo? RTA **E3** y **E5** el agua se calienta más, ¿Por qué saben ustedes que el agua se calienta más? RTA **E7** por que hace burbujas, o sea unas olitas que usted mira. ¿Entonces si el agua hace muchas burbujas quiere decir que está más caliente? RTA **E2** y **E7** si profesor porque el agua está hirviendo. **E9** min 39:20 El agua se calienta más, por que empieza a echar humo **E4** el agua empieza a evaporarse. VD2.1 min 6:05 ¿Si empieza a salir más vapor quiere decir que se pone más caliente? RTA **E10**, **E3**, **E4, E5, E7**, **E2** y **E11** si profesor. **VD2.1** min 2:00 ¿Si el agua está hirviendo y tiene pocas burbujas? RTA **E7** entonces el agua no esta tan caliente entonces ¿Si el agua está hirviendo y tienen muchas burbujas el agua está

	modificarlos y enriquecerlos a fin de poder aplicarlos en su cotidianidad y generar cambios positivos en su entorno que contribuyan a mejorar su calidad de vida y la de las personas que lo rodean.			más caliente? RTA **E8** El agua está más caliente porque está hirviendo más y empieza a evaporarse más. **E7** Profe la cantidad de burbujas es la temperatura. **VD2.1** min 3:36 ¿Qué pasa cuando el agua está hirviendo y dejamos el fuego al máximo? RTA **E1**: no profesor, Profesor, cuando ya el agua está hirviendo completamente no se va a calentar más porque se va a secar. O sea él está hirviendo y ahí cómo se va a calentar más si ya está completamente hervido. Profe el agua se evapora o se seca pero no se va a calentar más porque ya se ha hervido completamente.
		Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.	Explicaciones textuales	No se evidencia.
		Utilizo las matemáticas como herramienta para modelar, analizar y presentar datos.	Construcción e interpretación de graficas	No se evidencia.
		Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados.	Construcción e interpretación de diagramas causales o de influencias	**VD3.1** min 18:37 ¿entre más calor acumule un cuerpo que ocurre con la temperatura? RTA **E4.** Aumenta. **VD3.1** min 19:00 si yo suministro calor a un cuerpo ¿Qué ocurre con la temperatura? RTA **E12** aumenta. Y si yo retiro calor a un cuerpo o el cuerpo cede calor ¿Qué ocurre con la temperatura? RTA Varios alumnos responden disminuye, baja.
		Establezco relaciones entre la información recopilada y mis resultados.	Analizo los procesos de cocción en mi hogar de acuerdo a los conceptos adquiridos.	No se evidencia.
		Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para	Diagramas causales	No se evidencia.

		pronósticar cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente		
		Establezco relaciones entre energía interna de un sistema termodinámico, trabajo y transferencia de energía térmica		**VD3.1** min 21:28 ¿el calor siempre fluye desde el cuerpo más caliente hacia el más frio o desde el cuerpo más frio hacia el más caliente? RTA **E4.**del caliente al frio, **E11** del caliente al frio. **VD3.1** min 25:08 si tengo un vaso con agua y le agrego unos cubos de hielo ¿Quién está transfiriendo calor en este ejemplo? RTA **E12** el agua pues como el hielo esta frio y el agua esta tibia es la que transfiere el calor al hielo. **E4** si profe estoy de acuerdo con **E12**
		Relaciono las diversas formas de transferencia de energía térmica	Preguntas con base en los conceptos presentados a los estudiantes.	**VD3.1** min 32:57 Los estudiantes observan a través de una gráfica, explicación del docente y **VD 3.2** min 02:13 video explicativo los mecanismos de transferencia de energía
		Describo procesos físicos y químicos de la contaminación atmosférica.		No se evidencia.
		Explico cambios químicos en la cocina, la industria y el ambiente.		No se evidencia.

Apéndice I: Análisis categorial 2.

Categoría central	Definición de la categoría central	Codificación de segundo nivel	Codificación de primer nivel	Descriptores de la codificación de primer nivel (Citas textuales)
Aprendizaje	Capacidad del estudiante para definir sus preconcepciones respecto al mundo natural y los fenómenos que al interior de él ocurren, hacerse preguntas, formular hipótesis a partir de estos y contrastarlos con los fundamentos teóricos propios de las ciencias naturales para validarlos o refutarlos con base en un fundamento científico. El proceso de aprendizaje implica que el estudiantes entre otras cosas, adquiera la capacidad de analizar detalladamente determinada situación, plantear si esta afecta	Observo fenómenos específicos.	Observo los procesos de cocción en mi hogar	**VD4.3** min 15:16 con sus palabras expliquen ¿cómo fluye el calor? RTA **E8** min 13:36 de mayor temperatura a menor temperatura, **E12** min 17:05 bueno profe yo más o menos le explico con un ejemplo, es como agua caliente y agua fría, como el agua caliente tiene mayor temperatura que el agua fría, entonces pues al echarla toda el agua se vuelve como tibia y entonces queda a la misma temperatura en un equilibrio más o menos así fluye el calor. ¿Entonces el calor fluye hasta que momento? RTA **E12** hasta que los dos cuerpos se igualan sus temperatura **E4** por ejemplo profe el agua tiene mayor temperatura que otra entonces el calor fluye de lo caliente a lo frio. ¿Y cuándo deja de fluir el calor? RTA **E4** cuando las dos temperaturas tienen el mismo grado. **E1** RTA profe cuando 2 cuerpos tiene diferente temperatura después se nivelan hay cambia la temperatura **VD4.4** min 04:22 ¿Cómo fluye el calor? RTA **E7** el calor fluye de un cuerpo con temperatura elevada hacia un cuerpo con baja temperatura, este proceso ocurre hasta que las temperaturas se igualan. **VD4.4**. min 31:16 ¿Qué se calienta más rápido una olla pequeña llena de agua o una olla grande llena de agua? RTA **E4** una olla pequeña. ¿Por qué a mayor cantidad de líquido? RTA **E11** y **E5** más se demora. **VD4.6** min 07:18 ¿Por qué se derrite un cubo de hielo cuando lo sacamos del congelador? RTA **E4** el hielo esta frio y el aire caliente entonces el calor fluye del aire hacia el hielo por eso se derrite. Entonces ¿Qué ocurre con la temperatura de la sustancia? **E1** min 09:50 aumenta **E7** la temperatura aumenta E4 aumenta hasta que queden iguales (temperatura ambiente). En conclusión el hielo se derrite porque el entorno le suministra E4 Calor **VD4.6** min 11:37 ¿Por qué un café después de servido se pone frio? RTA **E4** porque esto, cede calor, **E7** por que la temperatura del café es mayor que la del entorno **E4** y entonces el calor fluye del café hacia el ambiente. **VD4.6** min 21:40 al iniciar la preparación de una agua de panela al inicio ¿cuándo sacamos agua de la llave a que temperatura esta?

	directamente sus necesidades y proponer posibles estrategias de solución. De igual manera se hace referencia a la capacidad de criticar, reflexionar, entender, cuestionar y transformar el mundo que lo rodea, convirtiéndose así en un sujeto activo dentro de su entorno que, a través de los conocimientos adquiridos y su correcta implementación, pueda actuar en forma responsable para seleccionar, cuidar y usar de manera responsable y sostenible los recursos y materiales de los que dispone en su entorno, además de propender por su cuidado y conservación. Veglia, S. (2007).			RTA **E12** ambiente ¿Entonces la deferencia de temperatura entre el ambiente y el agua es? RTA E12, E6 cero. **VD4.6** min 25:40 Si tengo un líquido que está más frio que el ambiente ¿Qué ocurre con ese líquido? RTA **E5 y E4** La temperatura aumenta, Esto ocurre ¿por qué el líquido gana o pierde calor? RTA **E1** y **E4** ganando. VD5.1 min 26:40 ¿Cuál es la causa de que un arroz nos quede sopudo? RTA E2 profe porque se le echo mucha agua. Por lo tanto ¿gastaron más? RTA E8 más agua E1 más energía
		Formulo hipótesis, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.	Socialización de los resultados del juego y las simulaciones (conversatorio Zoom)	**VD4.2** min 11:33 Cuando saco una botella de la nevera de donde a donde fluye el calor ¿de la botella hacia el ambiente o del ambiente hacia la botella? RTA **E10** del aire hacia la botella, la botella esta fría y el ambiente está haciéndola calentar para que quede al clima por eso suda. **VD4.4** min 20:10 ¿Qué ocurre cuando servimos un vaso de agua helada y lo dejamos sobre la mesa? RTA **E4** se enfría, no mentiras se caliente, min 20:57 entonces de donde a donde fluye el calor RTA **E4** aire hacia el agua fría. **VD4.6** min 17:14 si las temperaturas de dos cuerpos son iguales **E4** no hay flujo de calor. **VD5.1** min 03:56 de acuerdo con el modelo de cocción con olla tapada. ¿Quiero saber si al cocinar un alimento con la olla tapada es necesario emplear más o menos agua? RTA **E1, E3** menos agua profe. **E11** profe la receta general de cocinar arroz está mal porque echamos mucha agua **VD5.1** min 04:52 **Teniendo en cuenta que ustedes me dicen que la receta general está mal porque utilizamos mucha agua y cocinamos a fuego alto con la olla destapada para evaporar.** Entonces mi pregunta es ¿qué debemos hacer para cocinar el mismo arroz y gastar menos energía? RTA **E5** min 05:44 Profe por lo que estoy ahí pensando pues echar menos agua y tapar la olla y cocinar a fuego alto min 07:40 ¿hasta que el líquido llegue a qué punto? RTA E5 Al punto de ebullición. Muy bien, y una vez se alcanza el punto de ebullición ¿Qué debemos hacer? RTA E5 bajarle el fuego. Eso nos permite darle el tiempo de cocción necesario al arroz pero estamos gastando menos RTA min 08:45 E1 Energía.

				VD5.1 Min 07:32 ¿Qué debemos hacer después de adicionar los ingredientes del arroz? RTA E7 tapar la olla. **VD5.1** min 10:00 Niños esta receta general para cocinar el arroz que construimos entre todos ¿está bien o está mal? RTA E1 a E12 está mal profe. E5 indica que cocinar con la olla destapada para que el agua se evapore está mal. E2, E1, E11 indican también que está mal y E12 nos dice que está mal porque utilizamos mucha agua. VD5.1 min 11:35 ¿Qué debemos cambiar en nuestra receta? RTA E9 Bajarle la llama a la preparación, utilizar menos agua. **VD5.1** min 13:07 Planteemos los cambios necesarios para cocinar eficientemente el arroz. Construyamos una nueva receta. ¿Cuánta agua deberíamos usar para cocinar el arroz? Menos de dos pocillo de agua por cada pocillo de arroz ¿Cuánto seria menos de dos? RTA **E1, E2, E11, E8, E5, uno y medio de agua profe E12 uno profe con la olla tapada**. Listo mezclamos los ingrediente y ¿qué hacemos lo ponemos a fuego alto o bajo? RTA min 15:35 **E1, E8** Al principio a fuego alto mientras se calienta. **E5** Hasta que empiece a hervir Siempre con la olla tapada. Y ¿Cuándo hierva la olla que hago? RTA **E1 a E12** Le baja la llama al mínimo y esperar profe. **VD5.1** min 17:02 ¿en dónde está el ahorro de energía? RTA **E5** y **E7** en que vamos a dejar de calentar y evaporar medio pocillo de agua menos. **VD5.1** min 19:30 **E9** profe con un pocillo no se alcanza a cocinar, E1 profe la de 1 y 1 queda duro. Profe puede crecer menos, Que tal mi mama me regañe profe. **VD5.1** min 21: 20 Teniendo en cuenta lo que hemos hablado y sabiendo que en todos los hogares de Colombia se prepara arroz con esta receta en general quiere decir que en esos hogares se ¿está gastando más o menos energía? RTA **E1 a E12** mas energía
		Registro mis observaciones y resultados de forma organizada y sin alteraciones utilizando esquemas, gráficos y tablas.	Construcción de texto gráficas y tablas	**VD4.0** min 01:00 **E1 a E12**: construyen tablas y gráficas que les permiten registrar de forma organizada los datos obtenidos durante el juego Entrada-Salida

		Busco información en diferentes fuentes.	Exposición de los Conceptos teóricos (videos, libros, imágenes, páginas de internet relacionadas con el tema)	**E1 a E12** consultan videos interactivos de YouTube como fuente de información.
		Saco conclusiones de los experimentos que realizó, aunque no obtenga los resultados esperados.	Formulación de preguntas sobre las temáticas vistas	**VD4.1** min 39:27 ¿en el juego entrada salida que ocurre de la jugada 0 a la jugada 2? RTA se mantiene igual **E10** y **VD4.2 min** 02:00 **E4** Se mantiene constante **VD4.1** min 39:58 ¿en el juego entrada salida que ocurre de la jugada 2 a la jugada 5? RTA **E10** empieza a subir y **VD4.2 min** 02:10 **E4** ocurre un desbalance que hace que la tendencia suba. **VD4.1** min 39:58 ¿en el juego entrada salida que ocurre de la jugada 5 a la jugada 10? RTA **E10** va bajando **VD4.3** min 29:10 si mezclamos un vaso de agua hirviendo con unos cubos de hielo ¿en este ejemplo como fluye el calor? RTA **E12** del que tienen mayor temperatura al que tiene menor temperatura. O sea desde el agua hiriendo hacia el hielo. **VD4.5** min 09:40 **recuerdan que en la receta general para preparar arroz ustedes adicional por cada porción de arroz dos de agua para cocinar. RTA E11 sí señor. Entonces ¿qué pasaría si adicionamos más poquita agua? RTA E4 min 10:28 pa que caliente más rápido. E11 ahorramos tiempo. E12, E9 min 10:49 ahorramos el calor. Bueno y el calor de donde lo obtenemos. RTA E1 el fuego. Muy bien y ¿qué nos llega a la casa para tener fuego? RTA E1, E3, E2, E12, E11 min 11:21 el gas. Entonces si ahorramos gas estamos ahorrado ¿qué? RTA min 11:28 E12 Dinero.** **VD4.5** min 16:18 Si queremos preparar una sopa y se le echa mucha agua, para que esta preparación este lista ¿ustedes van a gastar más calor o menos calor? RTA min 16:25 **E4** más calor. Y además que **E4** va a gastar más gas más dinero y tiempo. **VD5.1** min 04:46 El objetivo de cocinar un alimento es: evaporar agua o cocinar el alimento RTA E1 a E12 el objetivo es cocinar profe. E5 evaporar es gastar más energía. **VD5.1** min 27:50 si usted va caminando por la cocina y ve que su mamá está cocinando con las ollas destapadas ¿usted que le va a decir a su mamá? RTA E8 y E9 que las tape profe. Y ¿Por qué? Que le explica RTA E9 porque va a horrar más energía.

				VD5.2 min 08:30 **E1** cuéntanos como te fue con el desarrollo de la nueva forma de cocinar arroz RTA **E1** Profe me fue bien, no quedo bien espojadito, no creció mucho pero quedo bien cocido. ¿Cuánta agua adicionaste? RTA E1una y media de agua. ¿La alternativa número dos no la realizaste? RTA no profe aun no la he hecho me da como miedo. Min 09:30 **E11** cuéntanos como te fue con la alternativa 1 para cocción del arroz. RTA **E11** Bien profe un poquito seco pero rico. No quedo crudo pero creció un poquito no creció tanto. Profe quedo muy bien en general**. E11** cuéntanos que dice tu mamá frente a la nueva forma de cocinar. RTA **E11** profe como el arroz quedo bien y se ahorra más energía mi mama le pareció bien. **E12** cuéntanos como te fue con la experiencia de la alternativa 1 para cocinar arroz. RTA **E12** min 15:10 Pues profe que le digo me fue más o menos, pues como mi mama ya está acostumbrada y siempre ha hecho el arroz así, ella no dijo nada interesante cuando me vio haciéndolo dijo que era muy raro, dijo que de pronto no me iba a quedar bien y pues a lo último le gusto como quedo. No quedo crudo profe y yo utilice una y media de agua. **E10** min 16:50 ¿Cómo te fue con la preparación del arroz con la alternativa 1? RTA **E10** profe yo lo hice y me fue bien y mi mamá no dijo nada yo le explique y me dijo que bueno pero ella dijo que seguía con la misma receta que ella hace. **E3** como te fue al cocinar el arroz con la alternativa 1 para cocinar arroz RTA **E3** min 35:25 Profe a mí me quedo bien, el arroz así quedo bien no quedó crudo. **E2** RTA profe a mí también me quedo bien con esa receta (alternativa 1) el arroz no quedo crudo. **VD5.2** min 23:00 concluimos que ahorramos energía al calentar y evaporar medio pocillo menos de agua y gastamos menos gas porque ya no vamos a cocinar tanto tiempo a fuego alto. **VD5.3** min 07:58 Como les fue realizando la **alternativa 2** planteada para la cocción del arroz. **E10** profe mi mama no me dejo hacerlo porque sabía que eso iba a quedar así sin agua. Me dijo no haga eso porque va quedar faltándole agua. **E10** pero ¿tú le explicaste como era todo el procedimiento de cocción? RTA **E10** Si pero ella ya había dicho. Tienes un reto para enseñarle a tu mamá por qué estamos tomando esas decisiones. Min 26:11 profe voy a decirle a mi mamá que me deje. E4 min 28:07 profe mi

				mamá dice que quiere participar en la experiencia y que la vamos a hacer acá. **VD5.4** min 06:41 quiero que discutamos la alternativa 2 de cocción del arroz. RTA E4 Profe a mí me fue bien, hice la de un pocillado de arroz y un picillado de agua, esa no me quedo tan bien el arroz me quedo como entre crudo no se me alcanzo a cocinar bien. ¿Realizaste bien los pasos? RTA E4 si profesor pero no quedo tan bien cocido. E1 min 08:45 como te fue a ti. RTA profe yo no lo hice porque mi mamá no me dejo ¿Por qué que te dijo ella? RTA E1 Profe yo no se me dijo que eso iba a quedar mal que yo no sé qué. Bueno y la alternativa 1 ella ¿qué pensó? E1 profe esa si la hice y quedó bien, E1 indica en VD5.5 min 07:09 no creció mucho pero quedo rico no se esponjo mucho pero quedó rico. E1 que dice tu mamá de la receta. RTA E1 profe mi hermana dice que no que ella sigue con la misma receta de antes por que quedaba feo, profe ella es muy fastidiosa. Es que como siempre lo hacíamos el salía más ártico y rendía más en cambio así no crece tanto no esponja. **VD5.4** E8 min 09:35 cuéntanos como te fue a ti con la alternativa 2. RTA E8 Profe pues con un vaso de agua y un vaso de arroz me quedó un poquito duro, pero con un vaso y medio de agua me quedo bien. E2 min 10:30 cuéntanos tu experiencia. RTA E2 Profe mire yo hice uno y medio de agua y uno de arroz y no creció. Yo hice todo bien pero no crece. E12 min 11:35 cuéntanos como te fue con la experiencia de la alternativa 2 **VD5.5** min 03:39 **E5** cuéntanos como te fue con la experiencia de la alternativa 2. RTA **E5** no se alcanzó a cocinar bien el arroz como que le hace falta un poquito más de agua para que el arroz pueda cocinarse bien sancocharse. Entiendo, pero quedo muy duro el arroz? RTA **E5** quedó como entre duro y blandito como le digo blando por fuera y duro por dentro. Min 10:52 E4 que dicen en tu casa sobre la nueva receta **E5** profe mi mamá dice que la va a estar haciendo. E11 min 12:05 que nos dice tu mamá con la nueva receta para cocinar arroz alternativa 2. RTA E11 ella dice que se puede poner en practica diariamente lo que pasa es que queda un poquito más seco no se agranda tanto. Min 17:34 E7 como te fue con la alternativa 2. RTS E7 profe pues me quedó un poquito crudo. Entiendo tendríamos que revisar como fue el proceso.

				VD5.5 min 23:30 me gustaría que me contaran que han aprendido en este proyecto y que tal les parecieron las actividades. RTA E4 profe yo he aprendido el ahorro de mucha energía al cocinar el arroz, que disminuye el consumo de gas y dinero. También los procesos de cocción las temperaturas. RTA E5 Pues profe todo lo que se relaciona con ahorrar gas, energía y todo eso. Pues hemos aprendido nuevas formas de gastar menos de ahorrar gas. RTA E1 pues que profe que uno puede ahorrar energía pero si seguimos en lo mismo y si no hacemos otras cosas para ahorrar energía. RTA E11 Pues yo también diría que ahorrar energía que podemos cocinar de otra formas, también como fluye el calor y la temperatura de ebullición y bueno así cosas. VD5.5 min 29:43 se abordan de nuevo las preguntas de la encuesta. ¿Al cocinar los alimentos usted tapa la olla? ¿Qué me responderían hoy? RTA E4 de ahora en adelante toca taparlas, E1 a E12 siempre. Concuerdan en que es una medida de ahorro de energía. ¿Qué hace usted cuando cocina un alimento y por estar la olla tapada se le riega? Su respuesta hoy cual seria. RTA E1 a E12 Disminuir el fuego. Hay un consenso que esa es la opción más adecuada. Chicos hoy ustedes ¿Cómo cree que un alimento se cocina más rápido en una olla común y corriente? RTA E1 a E12 construyen la siguiente respuesta: A fuego alto hasta llegar al punto de ebullición y luego disminuir el fuego. Hoy ustedes que responden frente a la siguiente pregunta ¿Qué pasa cuando el agua está hirviendo y dejamos el fuego al máximo? RTA E1 a E12 el agua sigue igual de caliente, si se deja más se evapora.
		Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas	Investigación en internet	**VD4.5** min 13:27 EN nuestra receta para cocinar arroz dos pocillo de agua por cada pocillo de arroz ¿no será mucha agua? RTA E5 no profe es la suficiente.
		Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparó con las de otras personas y	Socialización de los resultados	**VD4.1** min 31:49 **E10** muestra a sus compañeros la forma correcta de graficar los resultados del juego entrada salida. **VD4.5** min 17:35 modelo 2 ¿Qué pasaría con la temperatura si mantenemos la masa constante y aumentamos el suministro de calor? RTA **E12**, **E3** Aumenta más rápido la temperatura. Min 18:44 ¿Qué pasaría si mantenemos el suministro de calor

		con las teorías científicas.		constante y aumentamos la cantidad de líquido? RTA **E4** la temperatura disminuye, **E5** se calienta más lento. **VD4.7** min 03:03 ¿al cocinar es recomendable evaporar y dejar que ese vapor se escape al ambiente? RTA **E1** y **E5** No. ¿Qué es lo más recomendable? RTA **E5** y **E11** Disminuir el fuego a la preparación porque el fuego aumenta la velocidad de evaporación. **E11** min ‘5:20 lo mejor es cocinar evitando que el líquido se evapore profe. **VD4.7** min 19:36 Recordemos nuestra receta general del arroz en la cual indicamos que al inicio de la preparación se debía cocinar con la olla ¿tapa o destapada? **RTA E5 destapada. Entonces ¿ustedes creen que esa forma de cocinar el arroz es correcta o podemos reformularla y mejorarle algunas coas? RTA E4 y E5 Si debemos discutirla profe E4 porque lo podríamos estar haciendo mal.** **VD4.8** min 01:22 si hoy les digo que para preparar arroz voy a utilizar por cada pocillo de arroz 5 pocillos de agua ¿ustedes creen que está bien o está mal? RTA E1 a E12 Está mal profe. Bueno entonces quiero que se hagan a la idea que jamás han preparado arroz y yo les digo lo siguiente: Para preparar un pocillo de arroz utilizo dos pocillos de agua y lo pongo a cocinar a fuego alto con la olla destapada hasta que se evapore. Eso ¿está bien o está mal? RTA E5, E11, está mal ¿Por qué está mal? RTA E4 porque estaríamos gastando mucha energía**. E5 min 01:50 Profe yo le tengo una pregunta, si así es la receta general y eso gasta más energía como haríamos ahora que toca gastar menos energía.** Muy bien excelente pregunta ahora es el momento de aplicar lo aprendido en nuestro proceso de aprendizaje. Pensemos en las conclusiones que hemos construido en todo este proceso. Min 07:00 Siempre al cocinar no debemos de utilizar mucha ¿Qué? RTA **E1 a E12** Agua. Y otro aspecto importante es que al cocinar debemos tratar de ¿qué? RTA **E1 a E12** de no dejar evaporar. Y si al cocinar el agua se nos evapora ¿qué debemos hacer? RTA **E** tapar la olla para evitar que el vapor salga. **VD4.8 E5** min 14:42 Que ocurre si a un alimento no le damos el tiempo de cocción suficiente RTA queda crudo profe. Se contrasta la respuesta inicial en la cual indicaban que la receta general era la forma correcta de hacer arroz. Luego del proceso de

				modelado y simulación los alumnos indican que no es correcta esa forma de preparar arroz.
		Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.	Expresión oral de los estudiantes en las diferentes actividades.	**VD4.4** min 29:25 cuando dos cuerpos igualan sus temperaturas decimos que alcanzaron RTA **E11** el equilibrio térmico. **VD4.5** min 32:30 ¿Qué es la temperatura de ebullición? RTA **E4** es la temperatura a la que hierve un líquido. **E5** es la máxima temperatura que puede alcanzar un líquido. **E1, E11** están de acuerdo. **VD4.7** min 07:03 ¿Cuál es la temperatura de ebullición del agua? RTA **E1** a **E12** 100 grados centígrados.
		Verifico la conducción de electricidad o Calor en materiales.	Intervenciones de los estudiantes.	**VD4.3** min 27:42 definición de como fluye el calor: "el calor siempre fluye desde un cuerpo con temperatura elevada hacia un cuerpo con baja temperatura, este proceso ocurre hasta que la diferencia de las temperaturas de los dos cuerpos es cero. **E4, E1, E11 Y E12**. **VD4.4** min 12:05 Cuando dos cuerpos están en contacto y entre ellos hay una diferencia de temperatura ¿qué ocurre? RTA **E11** y **E3** hay un flujo de calor.E3 haciendo que aumente la temperatura del mas frio.
		Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias.	Intervenciones de los estudiantes.	**VD4.6** min 31:52 decimo que la evaporación es cuando un líquido se convierte? RTA E11 y E4 en vapor
Pensamiento	Es la capacidad del estudiante para elegir por sí mismo (y con base en el conocimiento adquirido de su experiencia y enriquecido	Identifico y verifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).	Socialización de los resultados	**VD 4.1** min 19:04 **E1** A **E12** identifican que en el desarrollo del juego entrada salida los resultados en cada una de las jugadas depende de la cantidad de fichas que ingresa y salen del cuadro. **VD4.3** min si las entradas son mayores a las salidas ¿qué ocurre en el cuadro? RTA **E4** min 23:39 se empiezan a acumular. Y que ocurre si entra la misma cantidad de los que salen **E4** min 24:27 sigue la misma cantidad.

	gracias los fundamentos científicos) las estrategias, pasos y procedimientos necesarios para solucionar una situación planteada. Además hace referencia a la capacidad para identificar, diferenciar, comparar, decodificar, clasificar, analizar, sintetizar y proponer ante una determinada situación o fenómeno natural. Ritchhart, Church & Morrison, 2014. Esta categoría también está enfocada a evidenciar que el estudiante contraste sus preconceptos con los fundamentos científicos abordados y muestre la capacidad para vincularlos, modificarlos y enriquecerlos a fin			**VD4.3** min 25:00 En este juego ¿qué es lo que cambia? RTA lo que está en el cuadro. Y ¿Qué lo hace cambiar? RTA **E4** la cantidad de entrada y salida. **VD4.5** min 04:30 Al calentar un líquido en una olla con un suministro de calor constante ¿qué ocurre con la temperatura si yo adiciono más liquido al recipiente? RTA E4 Disminuye, al evidenciar la gráfica E5 indica "Disminuyó2. **VD4.5** min 05:10 ahora ¿qué ocurre con la temperatura si yo aumento el suministro de calor? RTA E6 y E4 aumenta? **VD4.5** min 06:54 en vista de que adicionamos más agua y la temperatura disminuyo que debemos hacer para aumentar rápido la temperatura del líquido. RTA E4 aumentar el calor (control del animador). Min 07:30 Y ¿qué ocurre con la temperatura si sacamos un poco de líquido del recipiente (masa) y dejamos el calor suministrado al máximo? RTA E5 aumenta. (análisis en el animador modelo 2) **VD4.5** min 08:00 vamos a hacer otra experiencia: ahora queremos calentar muy poquita masa (liquido) RTA **E12** min 08:36 se calienta muy rápido. Esto nos indica que a mayor masa (cantidad de líquido que deseo calentar) quiere decir que vamos a gastar más RTA **E12** min 09:10 tiempo
		Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos.	Modelos mentales	**VD4.2** min 08:59 cuando hervimos agua y encendemos el fuego ¿Qué ocurre con la temperatura del agua? RTA **E10** va a subir, **E1** aumenta. **VD4.2** min 09:20 cuando el agua hierve y pagamos el fuego ¿Qué ocurre con la temperatura del agua? RTA **E10** se va enfriando hasta que se pone al clima. **VD4.4** min 15:52 ¿Qué ocurre con la temperatura de un cuerpo A que está caliente cuando se pone en contacto con un cuerpo B que esta frio? RTA **E11** se igualan las temperaturas ¿pero para que se igualen que debe ocurrirle a la temperatura de A? RTA **E12** Disminuye **E4** baja. Min 15:40 y ¿qué ocurre con la temperatura de B? RTA **E4, E12, E5, E1** aumenta (respuestas dadas antes de correr el modelo) **VD4.4** min 17:40 Simulación Modelo 1: ¿Qué ocurre con el calor acumulado del cuerpo A? RTA **E11** disminuye y ¿Qué ocurre con el calor acumulado del cuerpo B? **E11, E12, E3** aumenta. **VD4.4** min 18:15 Simulación Modelo 1: ¿Qué ocurre con la temperatura del cuerpo A? RTA **E3** disminuye. Y ¿que con la

	de poder aplicarlos en su cotidianidad y generar cambios positivos en su entorno que contribuyan a mejorar su calidad de vida y la de las personas que lo rodean.			temperatura de B? RTA **E3** aumenta hasta que las temperaturas se igualen. **VD4.4** Min 18:40 En ese momento alcanzamos el equilibrio RTA **E1** térmico
		Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.	Modelos mentales y modelos textuales	No se evidencia
		Utilizo las matemáticas como herramienta para modelar, analizar y presentar datos.	Construcción e interpretación de graficas	**VD4.1** min 01:00 **E1** a **E12** elaboran una tabla y una gráfica X vs Y para presentar y analizar los resultados del juego entrada salida. Entendiendo el fenómeno del cambio e identificando tendencias crecientes, decrecientes y constantes. **VD4**.1 min 03:10 al presentar el ejemplo de grafica para registrar los resultados del juego entrada salida **E9** expresa lo siguiente: Ah profe ya me acorde eso se hace en matemáticas. **VD4.1** min 19:56 **E1** a **E12** realizan operaciones matemáticas básicas (suma y resta) d forma didáctica a través de fichas (lentejas, frijoles, etc.) para predecir los resultados en cada jugada del juego entrada salida. **VD4.5** min 01:00 se presenta un análisis de sensibilidad variando la masa que permite ver experimentalmente que a mayor masa menor será el aumento de temperatura en un periodo de tiempo con un suministro constante de calor. E4 min **VD4.5** min 06:21 análisis grafico del animador modelo 2: Al calentar un líquido en una olla con un suministro de calor constante ¿qué ocurre con la temperatura si yo adiciono más líquido al recipiente? RTA E5, E3, E12 disminuye. E4 disminuye el calor y reflexiona al indicarle revisar la gráfica de calor acumulado y corrige disminuye la temperatura. **VD4.6** min 19:13 comprendes de influencias del modelo 3 y explican el modelo de flujos y niveles teniendo en cuenta las relaciones entre las variables. **VD4.7** min 10:44 al correr el modelo 4 se presenta la gráfica de temperatura. Entonces ¿qué ocurre con la temperatura? RTA **E4** aumenta. Muy bien, y hasta ¿qué punto aumenta? RTA **E4** hasta 100 **E11** hasta la temperatura de ebullición. En ese instante que ocurre con la masa de líquido grafica 2 RTA **E4 y E5** empieza a disminuir. Y ¿Qué ocurre con la masa de gas? RTA **E4, E5 y E11**

				empieza a aumentar. Hasta que el líquido se acaba llega a cero. **VD4.7** min 14:22 Como se inicia la evaporación ¿qué ocurre con el calor acumulado? RTA **E4, E2, E7, E5 y E11** el calor acumulado disminuye llegando a cero **VD4.7** min 17:50 se hace el análisis grafico simultáneo jugando con el simulador del modelo número 4.
		Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados.	Construcción e interpretación de diagramas causales o de influencias	**VD4.2** min 05:07 ¿Qué pasaría si al inicio de juego entran cero y salen 5? RTA **E1** cero, nada quedaría. **E4** min 05:45 profesor también podríamos irlo subiendo digamos entran 9 salen 6. **VD4.2** min 07:38 en una población cuando se da un crecimiento ¿cuándo mueren más que los que nacen o nacen más de los que mueren? RTA **E10, E5** y **E4** Cuando nacen más de los que mueren. Min 07:56 y que ocurre en el caso contrario ¿Cuándo mueren más de los que nacen? RTA **E4** y **E10** disminuye profe. **VD4.3** min 13:02 análisis del juego entrada salida en Evolución Qué ocurre cuando ingresan más de los que salen, en este caso entran 5 y salen 2. **E12** Pues profe quedarían 3 en el cuadro, aumentaría. Min 14:00 E12 logra predecir los resultados del modelo, indicando que para este caso el aumento es de 3 en cada jugada. **DC4** Se construye el modelo de influencias con las variables que intervienen en el flujo de calor entre dos cuerpos. (**VD4.3** min 32:00). Que permiten representar el fenómeno de flujo de calor. **VD4.4** Min 07:16 Podemos afirmas ¿Qué al aumentar el calor acumulado en un cuerpo su temperatura? RTA **E6** va a ser mayor. **E7** min 10:08 pues la temperatura se eleva. **E3** min 13:45 aumenta la temperatura **VD4.4** min 10:30 en los diagramas causales de EVOLUCION las relaciones positivas significan un aumento y las relaciones negativas significan RTA **E4** una disminución. **VD4.4** min 33:49 Análisis diagrama causal modelo 2: al suministrar calor a un líquido ¿Qué ocurre con el calor acumulado? RTA **E2 y E5** aumenta **VD4.5** 14:34 al utilizar menos liquido en una preparación usted va a ahorrar RTA E12 **Calor.** **VD4.6** min 14:30 queremos hervir una olla de agua entonces le suministramos calor ¿Qué ocurre con el calor acumulado? RTA **E10** aumenta, Entonces al aumentar el calor acumulado ¿Qué

				ocurre con la temperatura? RTA **E4** aumenta, Si aumenta la temperatura ¿qué ocurre con la diferencia de temperatura entre el agua y el ambiente? RTA **E4** hay mayor diferencia, Por lo tanto, ¿Qué ocurre con las pérdidas de calor? RTA aumentan las pérdidas de calor, **E7, E1, E11** lo que genera que el calor acumulado disminuya. **VD.6** min 35:38 Interpretación del diagrama de influencias modelo 4: Si aumenta el suministro de calor ¿qué ocurre? RTA **E3** aumenta el calor acumulado. Por lo tanto ¿qué ocurre con la temperatura? RTA **E4** aumenta. Si aumentamos la temperatura hasta el punto de ebullición ¿Qué ocurre? RTA **E4** la evaporación. ¿Entonces la masa de gas empieza? RTA **E4** y **E5** aumentar. Si la más de gas aumenta entonces ¿Qué ocurre con la masa de líquido? RTA min 36:39 **E4** a disminuir. Entonces cuando el líquido se evapora ¿a qué temperatura está el vapor? RTA **E7** a temperatura de ebullición. Por lo tanto si el vapor sale de la olla ¿Qué ocurre? RTA **E5, E7** y **E4** empiezan las pérdidas de calor a aumentar. **E12** Por qué el calor se va a través de la evaporación. Por lo tanto si perdemos energía ¿Qué ocurre? RTA **E4** mas consumo de gas, más gasta plata y **E4, E7** y **E12** se contamina más. **VD4.7** min 02:18 al cocinar, entre más agua utilicemos en una preparación ¿Qué ocurre? RTA **E11** y **E5** mayor es el consumo de energía profe. **VD4.7** min 07:33 a 09:20 los estudiantes interpretan el modelo 4 de flujos y niveles de forma correcta y fácil teniendo presente las relaciones causales del diagrama de influencias**. E4, E5, E7, E11, E12, E1 y E2** Si suministramos calor el calor acumulado aumenta haciendo que la temperatura aumente hasta llegar a la temperatura de ebullición lo cual hace que se active la evaporación y la masa de gas crezca y la de líquido disminuya.
		Establezco relaciones entre la información recopilada y mis resultados.	Analizo los procesos de cocción en mi hogar de acuerdo a los conceptos adquiridos.	**DC3 E10** asocia la gráfica del juego entrada salida y su tendencia creciente y decreciente con la gráfica de un electrocardiograma “se parece a la cosa del pálpito del corazón en lo de los doctores” además, indica que esa grafica tiene un comportamiento similar a las de dinero que aparece en televisión. Esto permitió extrapolar ese conocimiento a otros fenómenos que son familiares a los estudiantes.

		Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para pronosticar cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente	Relaciones causales que permiten pronosticar comportamientos de cambios físicos	**VD4.3** min 33:15 si existe una diferencia de temperaturas entre dos cuerpos ¿qué ocurre? RTA **E4** hay un flujo de calor. Lo cual genera ¿que la temperatura del cuerpo de baja temperatura? RTA **E4** aumente. Siendo esta una relación positiva (+) Pero ¿qué ocurre con la temperatura del cuerpo de alta temperatura cuando fluye el calor? RTA **E4** disminuye. Lo cual se representa como una relación negativa. **VD4.6** min 27:03 ¿Qué pasaría si la temperatura de un cuerpo o sustancia es menor que la temperatura ambiente? RTA E7, gana calor y E4, E1, E2, E6, E11 responden de la misma forma. Min 28:03 ¿Qué pasaría si la temperatura de un cuerpo o sustancia es mayor que la temperatura ambiente? RTA E11, Pierde calor, E4, E7 E10, E1, E3, E2, E12, E6 están de acuerdo. Min 29:30 ¿Qué pasaría con las pérdidas de calor si la diferencia de temperatura con el ambiente aumenta? RTA E4 aumentan,
		Establezco relaciones entre energía interna de un sistema termodinámico, trabajo y transferencia de energía térmica	Describo el comportamiento de un sistema de intercambio de calor	**VD4.4** min 19:38 ¿Qué ocurre con el flujo de calor cuando la diferencia de temperatura entre dos cuerpos es igual a cero? RTA **E5** no ocurre nada. **E3** siguen iguales las temperaturas. **E1** min 26:40 ya no hay flujo de calor. **VD4.4** min 22:56 ¿Qué pasaría si la diferencia de temperatura entre A y B mayor? RTA **E5** se va a demorar más para igualarse las temperaturas **VD4.4** min 30:45 para aumentar la temperatura de un líquido ¿qué debemos tener? RTA **E4** un suministro de calor. En nuestro hogar cual es el suministro de calor más común. **E4 yE7** la estufa.
		Relaciono las diversas formas de transferencia de energía térmica	Preguntas con base en los conceptos presentados a los estudiantes.	No se evidencia.
		Describo procesos físicos y químicos de la contaminación atmosférica.	Problemas ambientales.	Se asocia el consumo de energía al fenómeno de contaminación.
		Explico cambios químicos en la cocina, la industria y el ambiente.	Procesos de cocción	Se evidencia asociado a las explicaciones asignadas a otras subcategorias

Apéndice J: Consentimiento informado.

CONSENTIMINETO INFORMADO PARA LOS PADRES DE FAMILIA DE LOS ESTUDIANTES PASTICIPANTES DE LA INVESTIGACIÓN

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los padres de familia de los estudiantes participantes en esta investigación de la naturaleza de la misma.

La presente investigación será realizada por el estudiante **CARLOS ANDRÉS PÉREZ REYES** bajo la dirección del docente **HUGO ANDRADE SOSA** de la maestría en informática para la educación de la Universidad Industrial de Santander. El objetivo principal de este estudio es fomentar el desarrollo del pensamiento sistémico de los estudiantes de octavo grado del Colegio Nuestra Señora de la Candelaria del Municipio de Cimitarra Santander, a través de una propuesta formativa en donde se hace uso del modelado y la simulación como estrategia pedagógica.

Si usted autoriza la participación de su hijo en este estudio, se le pedirá la autorizar, el que su hijo utilice el celular y computador en horario extra clase para desarrollar las actividades planeadas.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los establecidos en esta investigación. Sus respuestas, trabajos y participaciones serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto puede hacer preguntas en cualquier momento. Agradezco su valiosa participación.

Nombre del padre de familia	**Firma del padre de familia**
_____	_____
Nombre de mi hijo (a) participante	**Fecha**
_____	_____

Apéndice K: Consentimiento informado de los estudiantes.

CONSENTIMIENTO INFORMADO DE LOS ESTUDIANTES

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, dirigida por **CARLOS ANDRÉS PÉREZ REYES**, he sido informado (a) de que el objetivo principal de este es promover el desarrollo del pensamiento sistémico en los estudiantes del grado octavo del colegio Nuestra Señora de la Candelaria, a través de una propuesta formativa, en donde se haga uso del modelado y la simulación como proceso pedagógico mediador.

Me han indicado también, que tendré que utilizar mi dispositivo celular y computador en clase única y exclusivamente para la realización de las actividades del proyecto. Además, me han informado que se realizaran registros fotográficos, audio y video necesarios para la investigación y que debo responder una encuesta y asistir a sesiones extra horario.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo realizar contacto con quien dirige al correo carpe_11@hotmacil.com

Firma del participante **Fecha**

_____ _____

Apéndice L: Propuesta educativa general

Introducción

La propuesta educativa sobre eficiencia energética en los procesos de cocción de alimentos para la educación básica, representa una oportunidad para que las comunidades educativas promuevan el uso eficiente de la energía, formando ciudadanos participativos, críticos, creativos, autónomos, éticos, y comprometidos con el uso eficiente de nuestros recursos naturales y la protección del entorno natural de las comunidades, actuando como un eslabón para fortalecer la calidad del sistema educativo del país.

Esta propuesta pretende aportar a la construcción de la cultura del uso eficiente de la energía, a través del trabajo de los docentes con los niños, niñas y sus familias. Un aspecto clave de esta propuesta es su enfoque sistémico que permita crear ambientes de enseñanza que promuevan los procesos de aprendizaje significativo y experienciales empleando recursos TIC, donde se apliquen el modelado y simulación, actividades lúdica y experienciales en el hogar que permitan promover la cultura del uso eficiente de la energía en la cocina y de esta forma lograr contribuir en la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible planteados por la organización de naciones unidas (ONU), mitigar el impacto ambiental que generan las comunidades al cocinar, reducir las emisiones de carbono y contribuir con la economía familiar y desarrollo económico del país.

La propuesta educativa, desarrolla conceptualizaciones, expone la situación energética de Colombia y el mundo, ofrece experiencias educativas diseñadas para el trabajo en el aula mediadas por las TIC que son coherente con las características de los niños y niñas pertenecientes a los niveles de educación media.

Finalmente respecto a las familias, se han incorporado actividades a realizar en el hogar junto con los niños, que guardan relación con aquellas planteadas en el trabajo educativo del aula. Ya que la transmisión de conocimiento entre la escuela y el hogar juegan un papel importante en el éxito de la propuesta.

Fundamentos de la Propuesta Educativa

Este capítulo expone los fundamentos pedagógicos, antropológico - sociales y epistemológicos de la propuesta didáctica, es decir, aquellos aspectos y criterios que la sustentan teóricamente y a partir de los cuales, se desarrollarán los restantes elementos de la propuesta. Los fundamentos están referidos a la concepción de niño que se tiene y que se aspira formar.

Esta propuesta didáctica considera al niño como un ser:

Único: Se entiende al niño como sujeto único, capaces de incidir y transformar el mundo que les rodea y con un tiempo y ritmo de aprendizaje personal. Esta condición hace que las experiencias educativas respondan a su individualidad como sujeto de derecho. Según las Bases Curriculares de la Educación inicial y preescolar (BCEIP) (Ministerio de Educación Nacional, 2017, pág. 25) se define como principio de singularidad: "Cada niña y niño, independientemente de la etapa de vida y del nivel de desarrollo en que se encuentre, es un ser único con características, necesidades, intereses y fortalezas que se deben conocer, respetar y considerar efectivamente en toda situación de aprendizaje". Por ende los docentes asumen el compromiso de conocerlos desde quiénes son y qué capacidades poseen, han desarrollado y pueden desarrollar, para que las acciones pedagógicas tengan una intención (Ministerio de Educación Nacional, 2017, pág. 25) s

Activo: El niño o niña es un ser activo, constructor de sus propios conocimientos, con adecuada mediación. Por ende la educación como proceso pedagógico intencionado, planeado y

estructurado debe propender a la acción directa de los niños y niñas con los objetos, personas y situaciones del entorno de acuerdo con las circunstancias, condiciones y posibilidades (Ministerio de Educación Nacional, 2017, pág. 25). En las BCEIP se señala que "El niño y la niña son el centro de la práctica pedagógica a través de procesos de construcción, comunicación y apropiación" (Ministerio de Educación Nacional, 2017, pág. 25) lo cual implica que los niños aprenden actuando, sintiendo y pensando.

Autónomo: El niño y la niña se independizan paulatinamente del adulto a medida que desarrolla sus capacidades, motoras, cognitivas, lingüísticas, sociales adquiriendo mayor confianza en sí mismos que les permite expresar y explicar con naturalidad las decisiones que toman en medio de las experiencias que viven diariamente, construyendo su propio pensamiento que lo distingue de otros (Montessori, 2006, pág. 15).

Social: Los niños y niñas son sujetos de derecho desde la primera infancia, esto afirma que el carácter de ser social es inherente al ser humano desde los comienzos de su vida y que gracias a él y a las capacidades que poseen, participan en la vida de la sociedad y se desarrollan a partir de relaciones consigo mismos, sus pares, con adultos y con el entorno.

Lúdico: La actividades lúdicas son fundamentales en el desarrollo y aprendizaje de los niños, ya que fomentan el desarrollo psico-social, la adquisición de saberes, la conformación de la personalidad, encerrando una amplia gama de actividades donde interactúan el placer, el gozo, la creatividad, la libertad y el conocer. (Maestre & Andrade, 2011)

Integral: el niño y la niña son sujetos integrales, por ello las experiencias de aprendizaje deben estar acentuadas en algún aspecto de la vida cotidiana de los niños, no obstante, se debe considerar la condición holística de las experiencias, partiendo de las características y

particularidades de los contextos en que viven y favoreciendo al mismo tiempo las interacciones que se generan en ambientes enriquecidos a través de experiencias pedagógicas. (Ministerio de Educación Nacional, 2014, pág. 10)

Sujeto histórico: El niño y la niña son sujetos con una historia personal, con experiencias previas vivenciadas al interior de la familia y su entorno más personal, que le da un bagaje de conocimientos y experiencias para enfrentar nuevos aprendizajes. Por tanto, las experiencias ofrecidas deben considerar su historia y vivencias personales. (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2013, pág. 7)

El niño y la niña construyen conocimientos porque**:**

Aprende a través de la experiencia directa con situaciones reales, objetos físicos, sociales y culturales de su entorno (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2013, pág. 8): consecuentemente, la construcción del conocimiento en los niños parte especialmente de la acción directa del niño con su entorno (vida); por lo tanto, las experiencias educativas aquí planteadas deben relacionar el conocimiento del aula con la vida para lograr un aprendizaje con significado e impacto social que promueva el crecimiento personal del niño en el marco cultural al cual pertenece (Díaz Barriga, 2006). Generando nuevas experiencias desde el ser, el saber y el hacer.

Aprende a través de la pregunta: Las preguntas e interrogantes planteados permiten a los niños relacionarse y conocer el entorno del que forman parte, siendo, por lo tanto, una fuente inagotable de aprendizaje. Asimismo, con la pregunta nace la curiosidad y con ella, se incentiva la creatividad (Freire, 1986).

Aprende a través de experiencias personales y colectivas: el aprendizaje tiene esta doble dimensión, es decir, constituye un proceso personal de reapropiación de las experiencias

educativas, pero a la vez se da en un contexto con los adultos y pares, por tanto, es esencialmente, un hecho social (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2013, pág. 8). Dewey indica que los individuos aprenden cuando encuentran significado a su interacción con el medio indicando en el cual ocurren las siguientes fases: reflexión, conceptualización abstracta y aplicación (Romero Ariza, 2010, pág. 92). Por su parte, Vygotsky (1977) considera que los alumnos construyen el conocimiento individualmente, pero al mismo tiempo junto con otros. Por lo cual, la ayuda de los otros cumple una función socializadora.

Aprende a través de la mediación de los aprendizajes: los adultos a cargo de la educación de los niños tienen la responsabilidad de acercar a los niños y niñas al conocimiento, al descubrimiento de sus capacidades y hacer de lo educativo un acto mágico y placentero en el cual el niño sea consciente de su desarrollo y construya una concepción del mundo propia en la solución de problemas relacionados con la vida práctica, de tal manera que desarrolle una actitud autónoma, activa y autodidacta que le garantice la adquisición de conocimientos y hábitos aplicables no sólo en un contexto escolar sino también en su vida diaria. (Escobar , 2011, pág. 61)

Aprenden a través de sus conocimientos previos: es importante considerar lo que el niño ya sabe de tal manera que establezca una relación con aquello que debe aprender. Es por ello que todas las actividades sean plantadas teniendo en cuenta la relación de los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva del niño con las nuevas informaciones. Esto bajo el fundamento de la teoría de aprendizaje de Ausubel (1983) quien la resume en lo siguiente: “Si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor particular que más influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese en consecuencia” (Ausubel, Novak , & Hanesian, 1983).

Aprende a través situaciones problemáticas: Al presentarle al estudiante una situación problemáticas, él asume el reto de dar solución al problema planteado, por tanto, le permite identificar sus fortalezas y debilidades en cuanto al conocimiento que requiere para su solución. De igual manera, motiva al estudiante a consultar las temáticas que puedan ampliar sus conocimientos y solucionar la situación problemáticas (Andrade Sosa & Gomez Florez, 2009).

Aprende a través de la lúdica: La lúdica envuelve un ambiente de aprendizaje que fomenta el desarrollo psico-social, la adquisición de saberes, la conformación de la personalidad; contemplando una amplia gama de actividades donde interactúa la incertidumbre, el placer, el gozo, la creatividad, las cuales generan mayor apropiación del conocimiento (Andrade Sosa, Maestre Góngora, & Lopez Molina, 2008).

Diagnóstico

El principal objetivo del área de ciencias de la naturaleza en la escuela y de los maestros en su labor de enseñar, es crear las condiciones para que los estudiantes desarrollen habilidades científicas y actitudes que les sirvan como herramientas para explorar y comprender fenómenos (físicos, químicos y biológicos) de tal manera que puedan abordar problemáticas y logren realizar aportes que permitan mejorar, construir y transformar su entorno (Ministerio Nacional de Educación, 2004, pág. 6). Lo anterior supone el ideal de la educación en Colombia, pero actualmente existe un problema general en el aprendizaje de las ciencias naturales asociado al desarrollo de prácticas tradicionales en los procesos de enseñanza que no se alinean con este objetivo, lo cual se ve reflejado en la poca capacidad que poseen los estudiantes de contextualizar y aplicar el conocimiento adquirido en situaciones cotidianas.

Esto queda en evidencia al analizar cómo se realizan los procesos de cocción de los alimentos en los hogares colombianos, en donde normalmente se hace un uso ineficiente de la energía (recursos) lo cual recrudece problemáticas mundiales y nacionales tales como el cambio climático y agotamiento de los recursos respectivamente. Donde dichos procesos como cocinar alimentos están regidos por modelos mentales predominantes, tradiciones y creencias que reemplazan la mediación de las explicaciones científicas dadas en la escuela, determinando un uso ineficiente de la energía.

Un ejemplo de ello es la forma como se cocina el arroz al interior de los hogares colombianos en donde se emplea agua en exceso que debe ser evaporada, lo cual representa un uso ineficiente de la energía al cocinar. Otro claro ejemplo del uso ineficiente de la energía al cocinar es pensar que a mayor uso de energía (calor al cocinar), se obtiene una cocción más rápida de los alimentos y esto se evidencia pues los estudiantes tienen en su imaginario que una vez alcanzado el punto de ebullición de una preparación (sopa) se debe mantener la mayor agitación al interior de la olla para lograr una cocción más rápida de los alimentos, sin analizar que esa agitación representa la velocidad de evaporación del líquido más no un aumento en la temperatura de la mezcla (sopa). Lo anterior supone que el concepto de temperatura de ebullición no fue significativo y carece de relación con la vida de los estudiantes.

Es por ello que nace esta propuesta, que busca brindar un soporte educativo que permita alcanzar un nivel de competencia soportado en el saber hacer con fundamento en el saber, aplicado en el contexto cultural propio de cada comunidad contribuyendo de forma directa en la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible, mejoramiento de la economía familiar y disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

¿Por qué la enseñanza del uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de los alimentos en la educación básica?

El uso eficiente de la energía es uno de los ejes fundamentales del currículo de ciencias naturales en la educación básica colombiana, puesto que juega un papel fundamental para lograr los objetivos de desarrollo sostenible (Ministerio de Educación Nacional (MEN), 2006). En consecuencia, es necesario iniciar construir un proyecto de alfabetización energética cuyo propósito se centre en transformar el comportamiento humano hacia el uso racional y eficiente de la energía. Todo esto a partir de prácticas vinculadas a la vida cotidiana y a las circunstancias locales que les permita a los alumnos compartir experiencias y asimilar conocimientos.

Investigaciones revelan que el sector de energía residencial representa un 17% de las emisiones globales de dióxido de carbono, causando impactos negativos en el medio ambiente que deriva en problemas locales y globales (International Energy Agency (IEA), 2016). Por su parte (Hager & Morawicki, 2013) expone que la mejor forma de reducir el consumo de energía en el hogar es la modificación del comportamiento del consumidor, mediante una política de educación energética. Por lo tanto, los docentes tenemos la exigencia de ofrecer experiencias educativas innovadoras, desafiantes y actualizadas a los niños y niñas que les permitan construir una cultura del uso eficiente de la energía.

Es el momento entonces de informar, conversar y actuar pedagógicamente con los niños, para promover la formación de personas conscientes y responsables de la sustentabilidad ambiental y energética que Colombia requiere con el propósito de alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible, conservación de los recursos y mitigación del cambio climático.

Objetivos de la Propuesta Educativa

Objetivos para los Niños

- Comprender formalmente cuales son los principios teóricos y explicaciones científicas que rigen el fenómeno de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor (evaporación).
- Identificar a partir del modelado y la simulación las acciones que promuevan el uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de alimentos.
- Identificar la relación entre consumo de energía, economía familiar e impacto ambiental.
- Promover buenas prácticas para el uso eficiente de la energía en su comunidad.

Objetivos para las Familias

- Comprender formalmente cuales son los principios teóricos y explicaciones científicas que rigen el fenómeno de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor (evaporación).
- Identificar las acciones que promuevan el uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de alimentos.
- Identificar la relación entre consumo de energía, economía familiar e impacto ambiental.
- Conocer la situación energética de Colombia.
- Promover buenas prácticas para el uso eficiente de la energía en su comunidad.

Objetivos para los Docentes

- Comprender formalmente cuales son los principios teóricos y explicaciones científicas que rigen el fenómeno de cambio de estado de una sustancia en función del suministro de calor (evaporación).

- Diseñar ambientes de aprendizaje que promuevan los procesos de aprendizaje significativo y experienciales empleando recursos TIC, donde se aplique el Modelado y simulación, actividades lúdicas y experienciales en el hogar que permita la interpretación del problema, para motivar un cambio de esquemas mentales hacia un mejor perfil de consumo de energía en la cocina.
- Promover buenas prácticas para el uso eficiente de la energía.

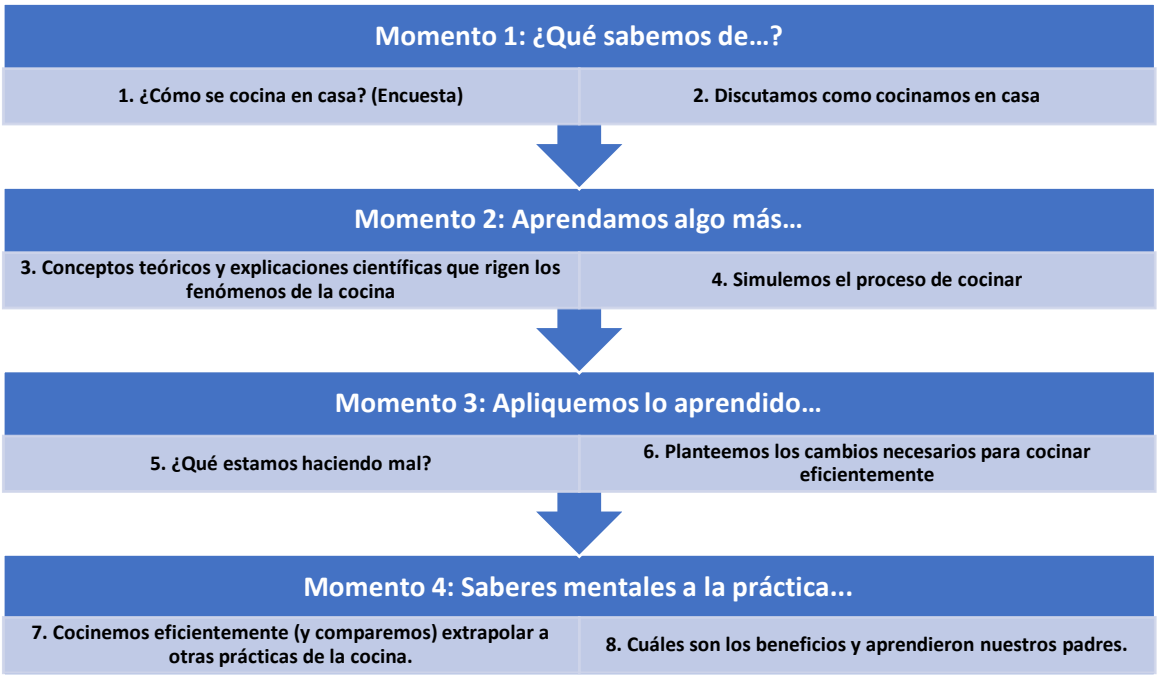
Características generales de la propuesta

La Propuesta Educativa sobre uso eficiente de la energía en los procesos de cocción de alimentos para Educación Básica, está dirigida a educadores (as) para trabajar con niños de 10 a 13 años, sus familias y agentes educativos. No obstante, las experiencias educativas pueden ser trabajadas con niños y niñas de menor edad, haciendo adaptaciones curriculares que respondan a los contextos particulares en que se encuentren los niños y niñas. Es importante destacar que esta propuesta está enmarcada en el esquema guía de clases integradas con dinámica de sistemas propuesto por el grupo SIMON (Andrade Sosa & Gomez Florez, 2009)

La propuesta se organiza en una unidad didáctica denominada "**la cocina un lugar para cambiar el mundo**". El desarrollo de la propuesta se diseñó en cuatro momentos de aprendizaje en donde cada uno contiene dos experiencias educativas secuenciales, concebidas bajo un enfoque sistémico, interdisciplinar con aprendizajes aplicados a la vida siguiendo los lineamientos establecidos por el MEN (2006, pág. 10).

A continuación, en la figura 2, se describe la estrategia pedagógica planteada para el desarrollo de las experiencias educativas en el aula de clase en donde se destaca el modelado y simulación como herramientas lúdicas que promuevan el aprendizaje significativo.

Figura 1. Estrategia pedagógica para el desarrollo de la unidad didáctica "**la cocina un lugar para cambiar el mundo**"



Nota: elaborada por el autor

Esta propuesta pedagógica constituye un apoyo al trabajo pedagógico del educador, por tanto, su implementación está en el marco de la flexibilidad curricular de cualquier propuesta según los lineamientos del MEN. En consecuencia, la duración y periodicidad de las experiencias de aprendizaje propuestas dependerán del criterio y evaluación que realice el docente respecto a su grupo particular de niños y niñas. A continuación, se describen las unidades de aprendizaje propuestas en la figura 2.

Momento 1 ¿Que sabemos de…?: En este proceso el objetivo principal es revelar los modelos mentales predominantes, tradiciones y creencias que tienen los estudiantes y que reemplazan la mediación de las explicaciones científicas, determinando así un uso ineficiente de la energía al cocinar. Esto permite observar cómo se construyen y reconstruyen conocimientos que

permiten la modificación de los modelos mentales de los estudiantes a medida que se desarrollan las actividades planteadas.

Actividad 1 ¿Cómo se cocina en casa?: Para el desarrollo de esta actividad se inicia con una encuesta denominada ¿Cómo cocina usted y por qué? que permita hacer conciencia de los modelos mentales que orientan el hacer en la cocina. Además, cada niño realizara una narración de cómo se cocina un alimento típico (se sugiere la preparación del arroz). Dicha narración debe resaltar si durante la cocción se tapa la olla, la intensidad de fuego empleado durante la cocción especialmente al alcanzar el punto de ebullición y la cantidad de agua empleada.

Actividad 2 Discutamos como cocinamos en casa: esta actividad se enfoca en que cada uno de los niños compartan con sus compañeros las respuestas dadas en la encuesta asimismo deben compartir sus narraciones de cómo cocinan en su hogar el alimento típico seleccionado (Arroz). Esta experiencia lúdica permite verificar la coherencia de los modelos mentales plasmados en las respuestas de las encuestas con lo escrito en la narración. Colectivamente se determinan las similitudes y diferencias en las formas de cocinar. Es importante finalizar la actividad con una pregunta ¿Estoy cocinando correctamente?, esta respuesta servirá como pre test y post test.

Momento 2 Aprendamos algo más…: la siguiente sesión de aprendizaje se plantean actividades integradas con las TIC que están enfocadas en introducir los conceptos y las explicaciones científicas que rigen los fenómenos que ocurren en el proceso de cocinar un alimento. Dentro de estos conceptos teóricos se destacan: materia, calor, transferencia de calor, temperatura, cambio de estado (Evaporación, condensación), ciclo del agua, temperatura de ebullición, pérdidas de calor. Es importante resaltar que el modelado y la simulación como

actividad lúdica que integra las TIC propicia un ambiente de reflexión y asimilación de la información suministrada, generando aprendizajes significativos en el alumno.

Actividad 3 Conceptos teóricos y explicaciones científicas que rigen los fenómenos de la cocina: la finalidad de esta actividad pedagógica es permitirle al niño comprender a mayor profundidad la explicación científica y los conceptos asociada al consumo eficiente de energía al operar la cocina y que facilite el proceso de aprendizaje, aportando significativamente a la transformación de los modelos mentales asociados a este tema. Además de la comprensión y/o la construcción y reconstrucción de la explicación.

Actividad 4 Simulemos el proceso de cocinar: teniendo en cuenta que los niños son conscientes de sus modelos mentales que los guían al realizar un procesos de cocción asociada a una explicación científica que les permiten entender un uso eficiente de la energía al cocinar que les permite iniciar el proceso de reconstrucción de sus modelos mentales, se pretende a través del modelado y la simulación promover un conjunto de experimentos simulados con dinámica de sistemas basados en un modelo coherente con la explicación científica, que le permita formular hipótesis, evaluar la experiencia narrada (actividad 1) y experimentar con diferentes escenarios; motivando la reflexión y la consolidación de los aprendizajes para un actuar (toma de decisiones) guiado por la explicación científica al momento de cocinar.

Momento 3 Apliquemos lo aprendido…: este momento se caracteriza por ser un espacio de reflexión y análisis que parte de la narración realizada en la actividad 1 centrándose en identificar los errores y las acciones que permiten corregirlos con el objetivo de plantear la forma correcta de llevar a cabo la cocción del alimento típico de forma tal que cada una de las decisiones

de este nuevo proceso de cocinar estén mediados por expiaciones científicas aprendidas de forma significativa.

Actividad 5 ¿Qué estamos haciendo mal?: partiendo de la narración de cómo se cocina un alimento típico de la región, los niños partiendo de sus nuevos conocimientos determinaran que acciones se están realizando mal lo cual representa un uso ineficiente de la energía al cocinar y por lo tanto deben ser modificadas.

Actividad 6 Planteemos los cambios necesarios para cocinar eficientemente: Una vez identificadas las acciones que aumentan el consumo de energía al cocinar, los niños plantearan un nuevo proceso para cocinar el alimento típico esto con el objetivo de garantizar un uso eficiente de la energía en los procesos de cocción en el hogar. Todos los cambios planteados serán debatidos en conjunto y los niños brindarán las explicaciones y justificaciones científicas que evidencie la apropiación de los saberes determinando así un aprendizaje significativo con impacto social.

Momento 4 Saberes mentales a la práctica...: Este momento tiene como eje central realizar la experiencia de cocinar el alimento típico en el hogar, pero aplicando todos los conceptos teóricos y explicaciones científicas que sustentan los cambios necesarios al operar la cocina para garantizar un uso eficiente de la energía. Es importante resaltar en esta etapa el estudiante está en condición de extrapolar las medidas de uso eficiente de la energía a todas las preparaciones que se realicen en la cocina, puesto que sus decisiones en la cocina estarán mediadas por explicaciones científicas construidas de forma significativa en su proceso de aprendizaje Por otra parte el realizar esta experiencia en el hogar tiene como objetivo que el conocimiento sea transferido al interior de la familia garantizando así un impacto positivo en la economía familiar.

Actividad 7 Cocinemos eficientemente (y comparemos) extrapolar a otras prácticas de la cocina. Esta actividad estará enfocada en realizar la preparación del alimento típico con la medida necesarias que permite hacer un uso eficiente de la energía al cocinar. Parte fundamental de esta actividad es que el estudiante observe los cambios, asocie los conocimientos construidos en el aula y evidencie que al aplicarlos logra los mismos resultados pero con menos recursos, siendo consiente que sus acciones impactan de forma positiva no solo la economía familiar sino también contribuye a la conservación de los recursos y el medio ambiente. Además, estará en la capacidad de extrapolar su conocimiento a todas las preparaciones de alimentos que se realicen en el hogar.

Actividad 8 enseñemos a nuestros padres: Ligado a la experiencia anterior el estudiante evidenciará los cambios lo cual lo motivará a transferir lo aprendido en la escuela a su entorno familiar. Logrando así convertirse en un agente de cambio que promueve una transformación cultural en torno al uso de la energía al interior de su comunidad.

Las experiencias de aprendizaje de esta propuesta son susceptibles de ser enriquecidas y adaptadas a partir de la creatividad del docente, el contexto en el que se encuentra y las características de los niños, niñas y sus familias.

Orientaciones pedagógicas para enseñar el lenguaje de Dinámica de sistemas

Este apartado pretende familiarizar y orientar al lector con la dinámica de sistemas (DS) como lenguaje para la representación de conocimiento. Se describen los elementos básicos con los cuales la DS recrea las explicaciones de un fenómeno de estudio o problemática de interés en términos de sistemas retroalimentados, sistemas que en el modelado finalmente se representan

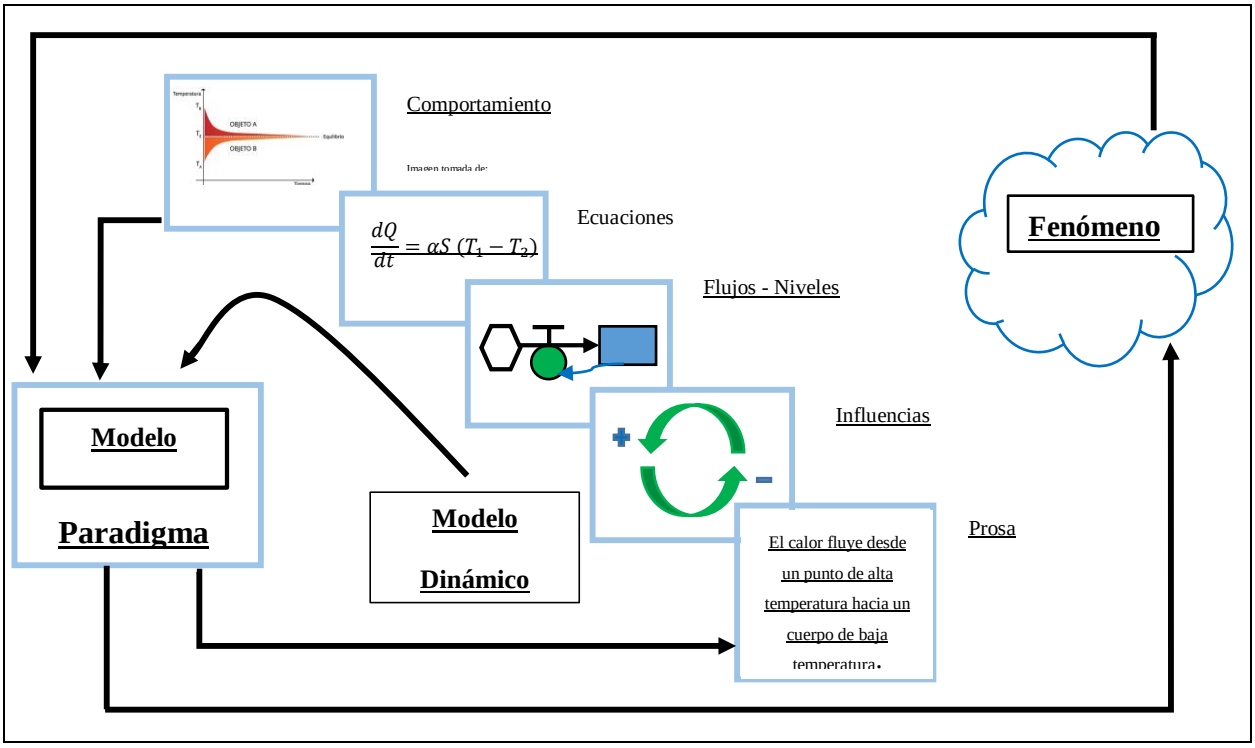
mediante ecuaciones diferenciales lineales o no lineales (Angarita Zapata, Vásquez Cardozo, & Andrade Sosa, 2019, pág. 182).

El proceso de modelado se desarrolla mediante prototipos de complejidad y cobertura crecientes, de tal forma que estos modelos representan lo que se estudia (en términos de elementos fundamentales), hasta llegar a un modelo útil para el diseño y experimentación de políticas de intervención sobre el fenómeno mismo o un modelo que satisfaga el propósito u objetivo planteado.

El modelado por prototipos implica la formulación de un núcleo central que se va perfeccionando hasta el modelo final, a medida que gana en detalle y en cobertura, es decir, el producto de la inclusión y desagregación de elementos del sistema y la clarificación de las relaciones entre estos. A su vez, este proceso de incremento gradual de la complejidad (del modelo y de lo que explica) se utiliza aquí como recurso que posibilita la presentación progresiva de la DS en términos de sus útiles de modelado. (Andrade Sosa H. H., 2009, pág. 3)

A continuación, en la Figura 1 se representa el lenguaje de la DS que permite la representación del conocimiento.

Figura 1. Lenguaje de la Dinámica de Sistemas.



Nota. Tomada y adaptada por el autor de: (Andrade , Dyner, Espinosa, Lopéz , & Sotaquirá, 2001)

A continuación, se exponen la secuencia de elementos de la DS como lo expone (Andrade Sosa H. H., 2009)

- **Modelo en el lenguaje de la prosa**: es una primera explicación general del fenómeno de estudio.
- **Modelo en el lenguaje de las influencias**: en un segundo paso se realiza un diagrama causal que es un esquema sencillo, donde se contemplan los elementos considerados en el sistema y la manera como se influyen mutuamente, lo cual crea ciclos o bucles de realimentación.
- **Modelo en el lenguaje de flujos y niveles**: con el modelado conceptual planteado (Modelo en prosa y diagrama de influencias) se puede concebir el fenómeno como una dinámica de cambio. Es decir, en este modelo existen variables

medibles en cualquier instante de tiempo, que se acumulan (cambian). Estas variables que se acumulan se denominan en la dinámica de sistemas como "nivel" y las que generan el cambio en los niveles se les llama "flujos".

- **Modelo en el lenguaje de ecuaciones**: se realiza con el apoyo de un software para la DS, como EVOLUCION 4.5 creado por el grupo SIMON-UIS. La formulación de las ecuaciones se inicia con la construcción del diagrama de Flujo –Nivel y continúa con la definición de los elementos variables del modelo.
- **Simulación con el prototipo:** definido el modelo de Flujo –Nivel y sus ecuaciones y condiciones bajo las cuales se desarrollará la simulación, se puede observar el comportamiento de cualquiera de los elementos del modelo. Además, éste facilita el uso de un recurso que se denomina análisis de sensibilidad por parámetros. Con este recurso, podemos ver cómo se comporta el modelo frente a las modificaciones de sus parámetros.

Es importante señalar al docente, que los modelos pueden ser desarrollados con el software "EVOLUCION" creado por el grupo SIMON, para modelar y simular con DS. Así mismo, es importante advertir que, aunque la DS tiene sus fundamentos, lenguaje y metodología, su aprendizaje requiere un ejercicio práctico con la herramienta computacional. Modelar es como pintar: No basta con conocer todos los fundamentos, historia y técnicas; es necesario pintar, es decir, es necesario modelar y simular para hacerse modelador y para comprender profundamente un fenómeno y sus modelos. Permitiendo así al modelador desarrollar un dominio creciente de la DS, junto con la apropiación progresiva del paradigma dinámico sistémico, el cual se fundamente en la idea de que el mundo está cambiando permanentemente y lo que lo constituye puede ser

explicado en términos de sistemas realimentados. (Angarita Zapata, Vásquez Cardozo, & Andrade Sosa, 2019).