

**DESARROLLO DE COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS Y APRENDIZAJE DE
CONCEPTOS ASOCIADOS AL CICLO DE KREBS BAJO UN ENFOQUE CTSA.
UNA EXPERIENCIA EN UN AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE.**

**ERIKA ANDREA BARRERO JIMÉNEZ
CÓDIGO:2015115005**

**LINDA JIREH JIMÉNEZ GARAVITO
CÓDIGO:2015115022**

**YEIMI YURLEY RENDÓN CUMACO
CÓDIGO:2015115051**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.**

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BOGOTÁ

2020

**DESARROLLO DE COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS Y APRENDIZAJE DE
CONCEPTOS ASOCIADOS AL CICLO DE KREBS BAJO UN ENFOQUE CTSA.
UNA EXPERIENCIA EN UN AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE.**

**ERIKA ANDREA BARRERO JIMÉNEZ
CÓDIGO:2015115005**

**LINDA JIREH JIMÉNEZ GARAVITO
CÓDIGO:2015115022**

**YEIMI YURLEY RENDÓN CUMACO
CÓDIGO:2015115051**

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciatura en Química

**Director: Rodrigo Rodríguez Cepeda
Químico MSc., PhD en Educación
Semillero de Investigación Chimeia Internacional Student Chapter ACS-UPN**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ
2020**

Nota de aceptación

Director

Estudiantes

Evaluadores

Bogotá D.C 2020, octubre 09.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico especialmente a mis padres Mario Barrero y Maria Jiménez, porque siempre han sido mi motivación permanente para progresar en el ámbito académico y personal, además de ser los que me enfundaron el amor hacia el aprender y conocer y en particular por haberme brindado su confianza y su apoyo.

A Dios por haberme otorgado una familia maravillosa que me ha brindado todo su amor, paciencia, comprensión y apoyo para alcanzar la meta propuesta, Mario Barrero, Johann Barrero, Cristian Barrero, Samuel Barrero, Tomas Barrero & Anthoan Barrero.

A mis docentes, que durante todo el paso por la universidad con sus enseñanzas ayudaron a mi formación profesional y personal y guiaron este camino que empecé como una prueba.

A mis compañeros y amigos de la carrera especialmente a Carolina Benavides, Jonathan Saavedra, Jania Hernández, Adrián Ortiz, Ginna Barreto, Laura Rodríguez, Claudia Rodríguez y con todos los que compartí espacios de grandes aprendizajes, forjando una agradable amistad. Y a mis amigos de vida Stefania Gomez, Brigitte Duque, Jonatan Useche, Feydy Velasco, Carlos Ramirez, Jesús Duque, Javier Velasco, Gabriel Ballen, Junfanlee Manoel, Anna Muñoz, Liceth Rodríguez & Steven Rozo.

Y finalmente, a mis compañeras de trabajo de investigación Yeimi Rendon y Linda Jiménez que brindaron conocimientos, aprendizajes, confianza y una grata amistad.

Frika Andrea Barrero

¡Sé fuerte y valiente y pon manos a la obra! No tengas miedo ni te desanimes, porque Dios el Señor mi Dios, estará contigo. 1 Crónicas 28:20

En primer lugar, quiero dedicarle este trabajo de grado a Dios, quien me ha acompañado y guiado durante toda mi vida, por lo que, gracias a él, su gracia y su inagotable amor puedo llegar a conseguir estos logros, así que toda la gloria siempre será para él.

A mis padres Julio Jiménez y Nubia Garavito, quienes estuvieron acompañándome y apoyándome en este proceso académico. Gracias por ser incondicionales, son de ejemplo y de inspiración para mí. Por otro lado, a mis hermanos Andrés Jiménez y Karen Jiménez, quienes me impulsaban a continuar y me ayudaban a disfrutar cada momento difícil. Los amo familia.

A mis amigos, familia y pastores, Yolanda Rojas, Mónica López, Gina Quintero, Myriam Díaz, Mario Atlarcón, Paola Atlarcón, Giovanni Atlarcón, Natalia Riascos, Natalia Cortes, Lorena Melo, Brahyan Rengifo, Omar García, Marcela Infante, Jesús Escobar, Cristina Ramírez, Flvira Alayón, el equipo de Jóvenes y demás personas que me brindaron su apoyo, ánimo y consejos para alcanzar este logro. Los quiero mucho.

A los profesores Diego Blanco, Yolanda Ladino, Dora Luz Gómez y Jaime Casas, por darme la oportunidad de aprender de sus conocimientos y habilidades. Para mí fue un privilegio poder ser su estudiante y poder acompañarlos. Dios los bendiga mucho.

Por último, a mis compañeros y compañeras, Gina Barreto, Adelina Fuentes, Fernanda Arango, Nelson Barrera, Adrián Ortiz, Carolina Benavides y demás personas que durante estos años me brindaron su conocimiento y amistad. Y por supuesto gracias, Andrea Barrero y Yeimi Rendón, por permitirme trabajar con ustedes, investigar y sobrellevar esta aventura.

Linda Jireh Jiménez

"La Educación no cambia el mundo, cambia a las personas que van a cambiar el mundo"
Paulo Freire

A mi querida Universidad Pedagógica Nacional y sus excelentes docentes que dejan en mí muchos aprendizajes y deseos de continuar formando y transformando mis sueños.

A mi amada madre Atura Dilia Cumaco, mujer fuerte y emprendedora, quien a pesar de las adversidades siempre ha creído en mí y apoyado todos mis proyectos. Sin ti no lo hubiera logrado.

A Daniel Sánchez, por tu amor y apoyo incondicional... Carpe Diem

A mis compañeras y compañeros por las clases compartidas, las gratas conversaciones y los momentos de aprendizaje. Los llevo en mi corazón.

A Linda y Andrea, pues el comienzo de este trabajo de investigación fue posible gracias a la confianza y el ahinco por desarrollar esta idea.

Yeimi Rendón Cumaco

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pedagógica Nacional por abrirnos diferentes espacios académicos para el conocimiento y la reflexión crítica y permitir nuestro desarrollo ético, intelectual y profesional. También por brindarnos espacios físicos y culturales para el desenvolvimiento como licenciadas, ciudadanas y personas íntegras.

A nuestras familias por el acompañamiento, por el apoyo y la paciencia que nos brindaron y por creer en todo momento en nosotras. Sin ustedes no podríamos haber realizado este sueño, que fue estudiar y graduarnos de una Universidad Pública.

A nuestro director de trabajo, PhD. Rodrigo Rodríguez, quien dispuso del espacio académico Énfasis de alimentos, para la ejecución de la investigación, además de realizar el acompañamiento, la orientación, las observaciones y las correcciones pertinentes de forma oportuna. Gracias por sus indicaciones y enseñanzas.

A la profesora Liliana Villalobos, quien nos aportó conocimiento y tiempo para el entendimiento de algunos softwares químicos y las correcciones pertinentes para la investigación. También, a nuestros docentes evaluadores Jair Porras y Leidy Ariza, por dedicar su tiempo, orientar e indicar cómo desarrollar de mejor manera este trabajo de investigación.

A nuestras y nuestros compañeros, que junto a nosotras estuvieron apoyándonos en todos los espacios que habitamos en la Universidad y que recordamos con gran alegría. Y finalmente, a cada una de las personas que nos brindaron su apoyo físico, emocional y cognoscitivo, en especial a Daniel Sánchez, quien desde su saber aportó puntualizaciones de metodología para culminar nuestro trabajo de investigación.

Por esto, gracias a todos, se nos abren las puertas hacia el camino profesional de desarrollar esta valiente y hermosa profesión que es la docencia.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
1. JUSTIFICACIÓN	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	8
3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....	9
3.1 Objetivo General	9
3.2 Objetivos Específicos	9
4. ANTECEDENTES	10
4.1. Desde el aprendizaje del ciclo de Krebs	10
4.2. Desde los Productos Naturales (Hojas de Café)	11
4.3. Desde el enfoque CTSA	12
4.4. Desde los ambientes virtuales y las competencias investigativas.	14
5. REFERENTES CONCEPTUALES	16
5.1 ENFOQUE CTSA	16
5.1.1 Estrategias de enseñanza y aprendizaje en CTSA	17
5.2 UNIDAD DIDÁCTICA	17
5.2.1 Didáctica de las Ciencias	18
5.2.2 Naturaleza de la ciencia	18
5.2.3 Naturaleza del proceso E/A	18
5.3 COMPETENCIAS	19
5.3.1. Competencias Investigativas	20
5.4 METABOLISMO Y CICLO DE KREBS	21
5.4.1. ¿Qué es la digestión?	22
5.4.2. La alimentación y la nutrición	22
5.4.3. Etapas de la generación de energía	22
5.4.4. Convergencia de rutas metabólicas.	23
5.4.5. El ciclo de Krebs para que sirve.	24
5.5 PRODUCTOS NATURALES (HOJAS DE CAFÉ)	25
5.5.1 Mangiferina	26
5.5.2 Estudios sobre Productos Naturales (Cinnamomun zeylanicum, cuminum cyminum y origanum vulgare)	28
6. MARCO METODOLÓGICO	29
6.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	29
6.2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN	29
6.2.1 La fase Preparatoria	29
6.2.2. Trabajo de Campo	30
6.2.3. Fase analítica e informativa	31
6.2.4. Metodología para el diseño de la Unidad Didáctica	33
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS	35
7.1. Ideas previas y selección de objetivos	35
7.1.1 Grupo de categorías Aprendizaje del ciclo de Krebs y conceptos asociados	5
7.1.2. Grupo de categorías Desarrollo de Competencias Investigativas	17
7.1.3 Grupo de categoría nivel de Construcción Conceptual	31
7.2. Historia, epistemología y estructura de los contenidos científicos.	39
7.3. Múltiples modelos semióticos y TICs - Delimitación de las condiciones del proceso E/A	40
7.4. Metacognición y Contenido procedimental	41

7.5. Evaluación conceptual	44
8. CONCLUSIONES.....	50
9.RECOMENDACIONES FINALES	51
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Etapas de la respiración Celular.	23
Ilustración 2. Esquema del catabolismo de proteínas, carbohidratos y lípidos, que coincide en el Acetil-CoA, y de ahí, a través del ciclo de Krebs.....	23
Ilustración 3. Reacciones del ciclo de Krebs	24
Ilustración 4. Reacción del Ciclo de Krebs.	25
Ilustración 5. Estructura de la mangiferina.....	27
Ilustración 6. Efectos biológicos y farmacológicos de la MGF.	28
Ilustración 7. Fases de la investigación cualitativa.....	29
Ilustración 8. Secuencia de actividades de la Unidad didáctica.....	31
Ilustración 9. Proceso de categorización.	32
Ilustración 10. Desarrollo de análisis cualitativo.	32
Ilustración 11. Metodología del diseño de la Unidad didáctica.	33
Ilustración 12. Mapa fase 1, desarrollado por un estudiante.....	10
Ilustración 13. Organigrama presentado en el instrumento inicial.	13
Ilustración 14. Diagrama de flujo del Laboratorio de extracción y cuantificación de Mangiferina.	14
Ilustración 15. Red semántica del grupo de categorías del aprendizaje de conceptos asociados al CICLO DE KREBS.....	15
Ilustración 16. Energía de acoplamiento de alfa glucosidasa y acarbose.	16
Ilustración 17. Nube de palabras de ATLAS. Ti como resultado de la codificación de los instrumentos cualitativos.	26
Ilustración 18. Energía de acoplamiento: alfa glucosidasa-Mangiferina.....	27
Ilustración 19. Red semántica del grupo de categorías del desarrollo de competencias investigativas.	30
Ilustración 20. Red semántica del grupo de categorías de construcción de nivel conceptual.	32
Ilustración 21. Red semántica del grupo de categorías y subcategorías de construcción de nivel conceptual.....	33
Ilustración 22. Mapa conceptual de representación sobre cuerpos cetónicos.	43
Ilustración 23. Ejemplo de evaluación del instrumento Final sobre la competencia de habilidad del uso de técnicas modernas en informática y comunicación aplicadas a la química.	46
Ilustración 24. Ejemplo de evaluación del instrumento Final sobre la competencia de habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes.	46
Ilustración 25. Ejemplo de evaluación del instrumento Final sobre la competencia de capacidad para comunicar información e ideas de manera oral y escrita	47
Ilustración 26. Ejemplo de evaluación del instrumento Final sobre la competencia de capacidad para reconocer, analizar problemas y planificar estrategias para una solución.....	48
Ilustración 27. Ejemplo de evaluación del instrumento Final sobre la competencia de capacidad para trabajar en equipo.....	49
Ilustración 28. Presentación de la Unidad Didáctica por medio de una cartilla.	56
Ilustración 29. Matriz de Categorías.	62
Ilustración 30. Valores correspondientes a cada código del grupo de categorías 1.	72
Ilustración 31. Visión general de la Unidad didáctica.	75
Ilustración 32. Planeación general de la Unidad Didáctica.	76
Ilustración 33. Lista de cotejo de la Unidad didáctica.....	77

Ilustración 34. Rúbrica de competencias investigativas.....	79
Ilustración 35. Rúbrica evaluativa mapa conceptual instrumento inicial y final.	81
Ilustración 36. Rúbrica evaluativa mapa conceptual fase I.	82
Ilustración 37. Rúbrica evaluativo Laboratorio.....	83
Ilustración 38. Diagrama de flujo, presentado como mapa conceptual de la prueba inicial.	84
Ilustración 39. Organigrama presentado como mapa conceptual en el instrumento inicial.	85
Ilustración 40. Mapa conceptual, presentado en el instrumento final.	87
Ilustración 41. Instrumento de entrada.	90

Tabla de Gráficos

Gráfico 1. Evaluación de mapa conceptual del instrumento Final.	11
Gráfico 2. Niveles de construcción conceptual del Mapa conceptual fase 1.	12
Gráfico 3. Enraizamiento por códigos del primer grupo de categorías.	17
Gráfico 4. Niveles evaluativos de la inicial al avanzado Capacidad Comunicativa (H1)	22
Gráfico 5. Niveles evaluativos de inicial a avanzado, Capacidad Analítica y argumentativa (H2)	25
Gráfico 6. Niveles evaluativos de inicial a avanzado. Pensamiento Computacional (H3)..	27
Gráfico 7. Niveles evaluativos de inicial a avanzado. Habilidad investigativa (H4).	28
Gráfico 8. Niveles evaluativos de inicial a avanzado. Trabajo en equipo (H5).	29
Gráfico 9. Enraizamiento por códigos del segundo grupo de categorías.	31
Gráfico 10. Enraizamiento por códigos del tercer grupo de categorías.	38
Gráfico 11. Listado de palabras más repetidas durante la aplicación de la Unidad didáctica.	38
Gráfico 12. Evaluación general mapa conceptual instrumento inicial	44
Gráfico 13. Evaluación mapa conceptual Instrumento Final.	45
Gráfico 14. Evaluación mapa conceptual Fase I.	88
Gráfico 15. Evaluación Laboratorio de Extracción.	88
Gráfico 16. Administrador de Códigos por categorías de Análisis.	89

Índice de Tablas

Tabla 1. Relación semántica entre algunos fragmentos de citas y las categorías de análisis.	2
Tabla 2. Resultados del análisis por cada categoría de análisis desde Análisis textual discursivo (ATD).	3
Tabla 3. Descripción de citas desarrolladas en las actividades de la Unidad didáctica, desde el grupo de categorías aprendizaje del ciclo de Krebs y conceptos asociados.....	6
Tabla 4 . Descripción de citas desarrolladas en las actividades de la Unidad Didáctica, desde el grupo de categorías desarrollo de competencias investigativas.....	19
Tabla 5. Descripción de citas desarrolladas en las actividades de la Unidad Didáctica, desde el nivel de construcción conceptual.	34
Tabla 6. Descripción de citas desarrolladas en las actividades de la Unidad Didáctica, desde el nivel epistemológico y estructura del contenido.	39
Tabla 7. Muestra del compendio de citas generado por ATLAS ti. V8.	67

Tabla de anexo

Anexo 1. Unidad Didáctica.	56
Anexo 2. Matriz de categorías y Memos.....	57
Anexo 3. Muestra de compendio de citas generadas por ATLAS ti V.8.	67
Anexo 4. Grupo de categoría 1 – códigos.	72
Anexo 5. Rubricas de evaluación.....	72
Anexo 6. Diagrama de flujo u organigrama, instrumentó de entrada.....	84
Anexo 7. Videos Unidad Didáctica.....	85
Anexo 8. Mapa conceptual, instrumento final.....	86
Anexo 9. Mapas evaluados (Fase I).	88
Anexo 10. Evaluación global de laboratorio.	88
Anexo 11. Administrador de instrumentos.....	89
Anexo 12. Instrumento de entrada.....	89

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación desarrollado en vinculación con el semillero de investigación Chimeía International Students Chapter ACS-UPN, propone el diseño y aplicación de una unidad didáctica, bajo los lineamientos del enfoque de investigación *en Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente CTSA*, la cual busca fortalecer el proceso de aprendizaje de los conceptos asociados al ciclo de Krebs y la relación interdisciplinar existente entre la ciencia y la tecnología en un contexto social, que promueva el desarrollo de competencias investigativas, mediante un ambiente virtual de aprendizaje.

El desarrollo de las competencias investigativas implica saber utilizar el conocimiento, por ello, es necesario partir de la realidad más cercana de los y las estudiantes, motivándolos con las aplicaciones e influencias directas de su accionar, para posteriormente profundizar en los conceptos tecnocientíficos. Es así como, el objetivo principal del presente trabajo es el desarrollo de competencias investigativas que permitan utilizar situaciones de la realidad inmediata del estudiante y que promuevan la construcción de un conocimiento científico.

En este sentido el enfoque CTSA en el contexto educativo contribuye en la construcción del aprendizaje en los estudiantes, puesto que proporciona una visión más amplia de las implicaciones del desarrollo científico y tecnológico en el avance de la sociedad, y, pone en cuestión la mejora de actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias físico-naturales y/o la tecnología, con aras a la reflexión de una ciencia y una tecnología que son consideradas como las principales causantes del deterioro del medio ambiente, y el origen de la mayoría de los problemas más graves de la humanidad (Díaz,1996, p 134).

Por otra parte, el aprendizaje y la construcción de los conceptos asociados al ciclo de Krebs presentan un alto grado de dificultad, ya que requiere conocimientos fundamentales de la química y la biología; y, por otro lado, los modelos de enseñanza que se usan en su mayoría resultan ser modelos repetitivos y magistrales. De esta manera, el presente trabajo de investigación pretendió relacionar y reflexionar de manera interdisciplinaria y significativa sobre conceptos como metabolismo, glucólisis, anfibolismo, enfoque CTSA, energía, factor cetogénico y *alteración metabólica*, entre otros conceptos que emergen de la investigación entre el ciclo de Krebs y la alteración metabólica provocada por la diabetes. De este modo, al seguir las estrategias de enseñanza enmarcadas en el enfoque de investigación CTSA, como el trabajo colaborativo, los foros, problemáticas sociales y ambientales, y, al relacionar el contexto de los productos naturales desde un ambiente de aprendizaje virtual, se intenta la construcción de conocimiento desde lo científico, tecnológico, social y ambiental.

Desde esta mirada, se pretende aprovechar el valor didáctico y disciplinar que facilita la unidad didáctica para la enseñanza de las ciencias, con el propósito de aportar en herramientas didácticas que faciliten el aprendizaje de conceptos asociados al ciclo de Krebs, partiendo de las ideas iniciales de los y las estudiantes. De esta manera, para la investigación se seleccionó como población a los estudiantes registrados en el espacio académico, *Énfasis Disciplinar; Alimentos y productos naturales*, ofertado por el programa de licenciatura en química de la Universidad pedagógica Nacional.

El trabajo de investigación se desarrolla bajo una metodología cualitativa, que se distribuye en 3 fases: la fase preparatoria, que comprende la revisión bibliográfica, la delimitación del problema, la construcción de objetivos y la planificación de las actividades, la fase del trabajo de campo, que se desarrolló en la ejecución de la Unidad Didáctica: *“La Diabetes Mellitus, una alteración en el metabolismo”*, y la fase final que es analítica e informativa, que implicó sistematizar y analizar la información obtenida, permitiendo verificar la construcción del aprendizaje nuevo en los estudiantes. De esta manera, a continuación, se describe cómo se constituye el trabajo de grado.

En primer lugar, se justifica la presente investigación en educación desde el desarrollo de competencias investigativas, y, se identifica la situación problema, la cual hace referencia a las problemáticas presentes para el aprendizaje del ciclo de Krebs, finalmente se ubica la pregunta problémica que direccionó el trabajo de investigación. Seguidamente se enuncian los antecedentes de trabajos investigativos de algunos autores que abordan el modelo didáctico a implementar, los referentes disciplinares inmersos en esas investigaciones y diversas publicaciones sobre los resultados del análisis químico de productos naturales, como las hojas de café, específicamente uno de sus principios activos, *la Mangiferina*. Por último, contiene los objetivos que encaminan el diseño y la implementación de una Unidad Didáctica como estrategia de aprendizaje.

Posteriormente, se plasma en el marco conceptual los referentes didácticos y disciplinares sobre los cuales se sustentó el trabajo de investigación, se incluyen artículos de revistas, tesis, sitios web, libros y demás fuentes bibliográficas que brindaron fortaleza teórica a la investigación. Luego se menciona la metodología implementada en el transcurso de la investigación y las etapas correspondientes a cada fase. Como primera fase se encuentra la preparatoria, que ubica las etapas reflexivas y de diseño, como segunda fase está el trabajo de campo, que se compone de tres etapas, las cuales son el acceso al campo, el trabajo del aula y la recolección productiva de datos y por última fase la analítica e informativa, que realiza la sistematización y el análisis de forma cualitativa.

Finalmente, el último apartado contiene los resultados y análisis de la investigación educativa, se hace uso del método de Análisis Textual Discursivo (ATD) y la

construcción de una matriz de análisis de datos que facilitó la codificación y sistematización con el software ATLAS. Ti V.8, dicho software permite fragmentar los instrumentos cualitativos en categorías de análisis apriorísticas y categorías emergentes identificadas en el proceso de reducción, despliegue y extracción de datos cualitativos, bajo un enfoque hermenéutico y semántico. Para cerrar, se escriben las conclusiones de la investigación, que dan cuenta del nivel de desarrollo de las competencias investigativas que se obtuvo de la aplicación de la Unidad Didáctica en el grupo muestral y las recomendaciones finales.

1. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación pretende fomentar el desarrollo de competencias investigativas en estudiantes que cursan el espacio académico del ciclo de profundización, *“Énfasis Disciplinar, Alimentos y productos naturales”* de la licenciatura en química en la Universidad Pedagógica Nacional. Este espacio académico tiene como lineamiento curricular la formación de cuatro tipos de competencias: Generales o básicas, procedimentales, científicas y finalmente investigativas. Este último es de interés para la aplicación y desarrollo del proyecto.

De acuerdo con la legislación colombiana en el decreto 80 de 1980 expedido por el Ministerio de Educación, define que la Universidad Pedagógica Nacional tiene como objeto la investigación y el desarrollo educativo y la formación de personal docente para todos los niveles y las diferentes modalidades, de conformidad con las necesidades y prioridades nacionales (Decreto N. 80, 1980).

El programa de licenciatura en química (2020) propone encarar los problemas de la enseñanza de la ciencia y de la química desde una perspectiva investigativa [...] asumiendo la investigación como un elemento necesario para el desarrollo del conocimiento y de la práctica, constituyéndose un recurso metodológico del proceso de enseñanza del programa (Departamento de Química, UPN, 2020).

La presente investigación se centra en la construcción de elementos teóricos y metodológicos, bajo el impacto que tiene el enfoque CTSA en el contexto de enfermedades que afectan los procesos metabólicos, como la diabetes, y que se agravan a causa de malos hábitos alimenticios, estilos y condiciones de vida, produciendo vías metabólicas alternas, concentraciones inadecuadas de glucosa dado a su baja fosforilación, concentraciones altas de intermediarios como el NADH y el Acetil CoA que desconectan o desvían el proceso de glucólisis con mecanismos alostéricos y que afectan directamente el ciclo de Krebs, y el mal funcionamiento o desgaste de las enzimas necesarias para el metabolismo que desencadena afectaciones crónicas en órganos y tejidos que incluyen el hígado, los músculos, el corazón y los vasos sanguíneos, el páncreas y los múltiples procesos metabólicos, como la glucogénesis, la glucólisis, la lipogénesis y la lipólisis que se ven afectados, y conllevan a la pérdida y aprovechamiento de energía química.

A su vez, desde los ambientes virtuales de aprendizaje se buscó promover el desarrollo de competencias investigativas, que favorezcan en los y las estudiantes interpretar, argumentar, observar, analizar, describir, preguntar, proponer, redactar y de una manera muy especial hacer énfasis en los aspectos sociales, dándose importancia al intercambio de saberes.

Para D´Olivares y Cifuentes (2019) la creación de ambientes de aprendizaje que colocan en práctica el intercambio de saberes para la reflexión y la autorreflexión, para cuestionar el mundo y el actuar del sujeto dentro de este, forman parte de las

competencias investigativas y que son determinadas por el ser, estar y actuar, vivir y convivir del sujeto en relación con sí mismo y con el otro.

Por todo lo anterior, las competencias investigativas relacionan conocimientos y capacidades que confluyen en el diseño, desarrollo y aplicación de una propuesta investigativa, bajo el enfoque CTSA, en busca de posibilitar la construcción hacía conocimientos nuevos desde un ambiente virtual de aprendizaje.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La construcción mental del modelo del Ciclo de Krebs representa un proceso metabólico importante para la respiración celular aeróbica y los conceptos químicos asociados, que emergen dinámicamente para su entendimiento, han evidenciado dificultades para su aprendizaje, debido a su gran complejidad y a la construcción cognitiva individual que realiza el estudiante de dicho proceso. De esta manera, Glagiardi (1986) menciona que “las representaciones de los estudiantes son diferentes a los conceptos que se les quiere enseñar” (p.30), esto debido a los preconceptos del estudiante. Igualmente, Vullo (2014) encuentra dos dificultades que interfieren en el aprendizaje del metabolismo. Por un lado, la separación que se da entre los fenómenos químicos y biológicos según los niveles de organización de la materia y de los seres vivos y, por el otro, el uso de los libros de texto que contienen información, pero en forma poco integrada (p.19). Estos dos aspectos disgregan el aprendizaje y la construcción de los conceptos asociados al ciclo de Krebs.

El ciclo de Krebs es el eje central del metabolismo celular y es considerado como la vía degradativa más importante para la obtención de ATP, sus conceptos asociados son base fundamental para comprender las funciones básicas y regulatorias en los seres vivos (reacciones anapleróticas, carga energética, regulación alostérica, regulación enzimática). Las transformaciones químicas involucradas en los procesos metabólicos que ocurren específicamente en el interior de las mitocondrias de la célula tienen como finalidad degradar materia carbonada y reducida como la glucosa y ácidos grasos, hasta la oxidación completa de la materia orgánica a compuestos inorgánicos, como el CO_2 y el H_2O , acompañado de la liberación de energía en forma de calor.

Dicho lo anterior, la función principal del Ciclo de Krebs es la producción de electrones de alta energía, que son transportados por coenzimas reducidas de dinucleótidos de nicotinamida o flavina, conocidos como NADH y FADH_2 a la cadena transportadora de electrones y transferidos para reducir el oxígeno molecular a agua, con la consecuente producción de energía libre en forma de gradiente de protones, que puede usarse para regenerar el ATP a partir de ADP y fósforo inorgánico (Pi), el cual se obtiene exógenamente de algunos alimentos. Las vitaminas tienen gran importancia como fuentes precursoras de coenzimas para el ciclo de Krebs, como la niacina, la tiamina y la riboflavina, tienen como función transportar electrones, no obstante, a lo largo de la evolución los organismos heterótrofos han perdido la capacidad de sintetizarlas, por lo que su deficiencia implica el desarrollo de patologías asociadas inicialmente a problemas de alimentación y posteriormente a problemas de inhibición enzimática.

Por lo anterior, y basado en el grado de importancia, es fundamental su enseñanza para la comprensión de conceptos asociados al ciclo de Krebs y el desarrollo de

competencias investigativas que lleven a entender la naturaleza tridimensional de las estructuras moleculares en procesos bioquímicos y su incidencia en las funciones fisiológicas. Algunos autores sugieren que:

La falta de contextos fisiológicos impide la correcta interpretación y significación de los procesos bioquímicos enseñados. Es decir, desde modelos teóricos acerca del propio proceso de aprendizaje, se previene sobre la falta de conceptos sostén que impiden una construcción significativa y sustentable de los aprendizajes (Galagovsky, 2004; citado en Garofalo, 2010); en estos casos, pareciera que lo que falta en los estudiantes son conceptos sostén relacionados a una visión fisiológica de los procesos. Es decir, la enseñanza de contenidos sobre modelos bioquímicos, no integrados a marcos fisiológicos y, por lo tanto, a preguntas que permitan contextualizarlos, forzará a los estudiantes a aprendizajes memorísticos y aislados (Garofalo, 2010, p. 444)

Asimismo, la enseñanza del ciclo de Krebs en estudiantes de carreras de ciencias naturales ha presentado un alto nivel de dificultad debido a los obstáculos epistemológicos que conlleva su aprendizaje como lo expone, Bachelard (2000) y Garofalo (2010;2014), dado que la respiración celular y el metabolismo no son comprendidos por los estudiantes y son considerados difíciles para la enseñanza por algunos docentes (Songer & Mintzes, 1994), por lo tanto, la enseñanza del ciclo de Krebs ha dificultado la construcción de una relación científica en lo cotidiano, incrementando la dificultad del proceso de enseñanza y aprendizaje. “Numerosas investigaciones han demostrado serias dificultades para la comprensión del metabolismo de hidratos de carbono, tanto para estudiantes de secundaria como universitarios” (Galagovsky, Alonso & Garófalo, 2014).

De esta forma, se requiere un alto grado de conocimiento en diversas áreas como: la farmacología y la fisiología, entre otras áreas del conocimiento biológico. Autores como Caro, Ortiz, & Paris (2012) enuncian que, en el contexto de la salud, la comprensión del ciclo de Krebs como proceso metabólico es importante, ya que los estudiantes abordan competencias cognitivas que permiten la articulación entre el ciclo de Krebs con los procesos metabólicos, y a su vez con el impacto que este proceso tiene en la estabilidad y equilibrio bioquímico del organismo humano.

Con relación a lo expuesto anteriormente y debido a la importancia que este proceso metabólico tiene en la educación en el área de las ciencias naturales, es preciso generar una propuesta didáctica que permita integrar el aprendizaje del ciclo de Krebs desde un eje transversal, asociándolo con el enfoque CTSA.

Para efectos del presente trabajo de investigación se conceptualiza el proceso metabólico del ciclo del Krebs y su relación con la diabetes mellitus, una enfermedad crónica, no transmisible, con predisposición hereditaria y que en la actualidad representa una de las mayores causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial (Ramírez, Morales y Santillán, 2009, p. 454).

Según cifras del informe del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE (2018), la diabetes mellitus es la sexta causa conocida de mortalidad en Colombia, cifras que son sistematizadas por el Ministerio de Salud y que a la fecha del 2018 fue reportado una tasa de mortalidad del 14.2% para un total de 92.612 defunciones (Ministerio de salud, 2019). Es así que se asocia con la incapacidad de metabolizar glucosa, dado que el 30% de la glucosa no es fosforilada y además a esto se genera una inhibición en la glucólisis (Milán, et al, 2016).

Al evidenciar la relación de la diabetes mellitus con los cambios bioquímicos que ocurren por la hiperglicemia y la afección que esta tiene en algunos órganos y tejidos, algunos investigadores han propuesto el uso de productos naturales que

A pesar de los avances en modelos y mecanismos de daño, no se ha tenido aún información científica suficientemente sólida para que el tratamiento antioxidante se integre a las recomendaciones oficiales de agencias internacionales en el tratamiento de la *diabetes mellitus* y sus complicaciones (Salinas, et al, 2013).

Para tales fines se formuló la siguiente pregunta problema que orienta el presente trabajo de investigación.

2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la contribución del enfoque CTSA en el desarrollo de competencias investigativas y en la construcción de conceptos asociados al ciclo de Krebs en estudiantes universitarios, aplicado en un ambiente de aprendizaje virtual, alrededor de los productos naturales?

3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Identificar el aporte del enfoque CTSA en el desarrollo de competencias investigativas y en el aprendizaje de conceptos asociados al ciclo de Krebs en un grupo de estudiantes universitarios, empleando un ambiente virtual de aprendizaje.

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el nivel inicial de las competencias investigativas y la construcción conceptual de los conceptos asociados al ciclo de Krebs, a través de la aplicación de un instrumento preliminar dirigido a un grupo de estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Diseñar y aplicar una Unidad Didáctica construida bajo el enfoque CTSA, empleando actividades en el contexto de los productos naturales, en específico de las hojas de café, diseñadas en ambientes virtuales, que promuevan el aprendizaje de los conceptos asociados al ciclo de Krebs y el desarrollo de competencias investigativas en los estudiantes.
- Evaluar el nivel de desarrollo de las competencias investigativas y el nivel de construcción conceptual, usando criterios de evaluación que permitan verificar el aprendizaje obtenido

4. ANTECEDENTES

Este trabajo plantea 4 ejes principales para el desarrollo de la investigación, el primero se enmarca en el aprendizaje del ciclo de Krebs y sus dificultades de enseñanza; el segundo eje, recolecta información de investigaciones científicas sobre propiedades hipoglucemiantes de plantas, se asigna prioridad a estudios realizados en la mangiferina; el tercer eje, aborda trabajos realizados para la enseñanza de las ciencias con enfoque CTSA y como cuarto eje, trabajos realizados en ambientes virtuales para desarrollar competencias investigativas. Debido a que estos cuatro ejes delimitan el trabajo de investigación, es necesario realizar una revisión previa de trabajos similares que otros autores han realizado, que brindan soporte y sustento a este trabajo de investigación.

4.1. Desde el aprendizaje del ciclo de Krebs

Ávila (2012), a través de su trabajo de maestría titulado “Metabolismo del Ejercicio; Propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la glucólisis y el ciclo de Krebs” presentó una propuesta dirigida a estudiantes de primer semestre de la carrera de Fisioterapia de la Institución Universitaria Iberoamericana, mediante el diseño de una Unidad didáctica, siendo abordado el estudio de la Glucólisis y el Ciclo de Krebs y su correlación con la fisiología del deporte y el metabolismo del ejercicio. Fue implementado el modelo de resolución de problemas y apoyado por instrumentos de representación visual del conocimiento (mapas conceptuales o redes semánticas) y TIC's (CmapTools) para el diseño de las actividades de la Unidad Didáctica, obteniendo como resultado un proceso de enseñanza-aprendizaje, basado en herramientas didácticas y tecnológicas que permiten que el estudiante descubra y comprenda las relaciones de este conocimiento científico con su realidad. Este trabajo abre las puertas de la investigación para el aprendizaje del ciclo de Krebs.

Por otra parte, Garofalo y Galagovsky (2014) en su artículo publicado en la Revista *Química Viva*, producto de su tesis doctoral (2010) titulada “Dificultades en el aprendizaje del metabolismo de los carbohidratos. Un estudio transversal” tiene como objetivo la detección de obstáculos en el proceso de enseñanza y aprendizaje del metabolismo de carbohidratos. Fue aplicado a estudiantes pertenecientes a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (UBA), que se encontraban en la preparación de asignaturas de Biología e Introducción a la biología celular, Introducción a la biología molecular y celular y, Bioquímica de la nutrición. La metodología implementada postula tres modelos científicos explícitos (MCE) contruidos ad hoc, que resultan integradores del tema metabolismo de hidratos de carbono con la interpretación de los fenómenos fisiológicos y sistémicos asociados al mismo. Se categorizan obstáculos epistemológicos de tipo brecha y de tipo puente, a partir de observaciones de clases, entrevistas orales y cuestionarios escritos. Los resultados obtenidos permiten el análisis de las formas de enseñar del docente e indica un necesario replanteamiento epistemológico a la hora del qué y cómo enseñar.

Asimismo, Sarrias & Contreras (2009) en su artículo publicado en la revista *Técne, Episteme y Didaxis*, resultado de su trabajo de grado para obtener el título de licenciadas en Química de la Universidad pedagógica Nacional denominó “Material educativo computacional (MEC) una herramienta didáctica para enseñar carbohidratos” tiene por objetivo el diseño e implementación de una MEC como herramienta didáctica de apoyo en la labor del docente para el aprendizaje de conceptos asociados a los carbohidratos en estudiantes que cursan la educación media. La aplicación de la estrategia didáctica se divide en cinco etapas que comprenden, prueba de entrada, diseño de la MEC, aplicación de la herramienta didáctica, prueba final, análisis y resultados. Esta última etapa evidencia la importancia de innovar con herramientas visuales el trabajo dentro del aula, a favor de la labor del docente, además desarrolla habilidades que permiten al estudiante conocer, explicar y describir fenómenos de la naturaleza, y relacionar la teoría con vivencias de su cotidianidad.

4.2. Desde los Productos Naturales (Hojas de Café)

Teniendo en cuenta las diferentes investigaciones nacionales e internacionales referentes a la enseñanza del ciclo de Krebs, desde diferentes propuestas didácticas y las dificultades para su aprendizaje, se plantea la relación que dicho proceso tiene con los productos naturales y su repercusión en el metabolismo, donde se pretende específicamente relacionar la modulación metabólica generada por la mangiferina, partiendo desde el reconocimiento de las hojas de café, su extracción, purificación y su acción frente al síndrome metabólico. A continuación, se exponen tres investigaciones que dan cuenta de estas temáticas.

Una investigación publicada en la revista científica *Annals Of Botany* realizada por Campa et al, (2012) realizada por un grupo de investigadores del Royal Botanic Gardens en Reino Unido y del Institut de Recherche pour le Développement - IRD de Francia, denominada “A survey of mangiferin and hydroxycinnamic acid ester accumulation in coffee (*coffea*) leaves: biological implications and uses” encontraron en las hojas de café una alta concentración de un compuesto fenólico conocido como *Mangiferina*. Esta xantona, que hasta ahora se conocía en el fruto del mango, tiene propiedades que favorecen la salud en general; ya que reduce varios factores de riesgo, como por ejemplo las dislipemias, la obesidad, la diabetes, inflamaciones o hipertensión (p.596). Este estudio analizó la composición fenólica de las hojas de Café, ésteres de mangiferina y ácido hidroxicinámico, mediante el uso del HPLC, que permitió cuantificarlos en hojas y en la parte externa del fruto. Según este estudio las hojas de café arábica tienen el contenido más alto de mangiferina. Además, el compuesto fenólico principal de la hoja de café es el ácido 5-cafeoilquínico, conocido como ácido clorogénico (p. 596).

Desde otra perspectiva, Fomenko & Chi (2016) en su trabajo “Mangiferin modulation of metabolism and metabolic syndrome” tiene como objetivo desarrollar productos farmacéuticos o nutracéuticos para trastornos metabólicos como la obesidad y la diabetes, a partir de la mangiferina. Se realizan experimentos que evidencian los efectos de la mangiferina en cultivos celulares y en roedores, e indican la prevención

de reacciones de tipo Fenton, asimismo, permite mantener el equilibrio entre enzimas superóxido dismutasa, catalasa y el sistema de glutatión. De la, misma manera afecta los procesos biológicos que incluyen la bioenergía mitocondrial, glucólisis, glucogénesis y lipogénesis, reduciendo los niveles de glucosa en plasma y aumentando la sensibilidad de la insulina, debido a que induce enzimas para la glucólisis, por lo que protege las células β pancreáticas. Evidenciando su potencial para convertirse en terapia farmacológica que puede prevenir o mitigar trastornos metabólicos, inmersos mediante la modulación de múltiples procesos biológicos.

Por otra parte, Forero & Pulido (2016), en su publicación titulada “Extracción, purificación y cuantificación de mangiferina en la corteza de algunos cultivos de mango (*Mangifera indica* L.)” mencionan el proceso usado para aislar a partir de la corteza del árbol de mango su principio activo, por extracción líquido/sólido y su posterior análisis cuantitativo por espectrofotometría UV-Vis; donde se realiza la caracterización y el análisis del contenido de mangiferina según la región geográfica. Las conclusiones de la investigación demuestran gran importancia en el proceso de molienda para evitar la formación de una pasta que impida la correcta circulación del solvente en contacto con la muestra, encuentran experimentalmente que la corteza del árbol de mango es una gran fuente del metabolito secundario mangiferina, y que la propuesta del procedimiento es una iniciativa preliminar evaluada a nivel de laboratorio para que posteriormente pueda colocarse a prueba a planta piloto. Esta investigación es la única encontrada a nivel nacional que plantea el estudio de la mangiferina.

4.3. Desde el enfoque CTSA

Las anteriores dos temáticas dan cuenta del ámbito pedagógico y disciplinar en la enseñanza del metabolismo, específicamente el ciclo de Krebs y la modulación metabólica que este puede llegar a experimentar con el consumo de productos naturales, particularmente la mangiferina. De esta forma, se hace necesario generar relación con el enfoque CTSA y que por revisión bibliográfica se intenta integrar estrategias para su enseñanza, estudios de casos y el fomento de un pensamiento crítico. A continuación, se encuentran tres referentes nacionales e internacionales, que son de apoyo para el planteamiento metodológico del presente trabajo de grado.

En primer lugar, autores como Castañeda & Suárez (2016) en el artículo publicado en la revista *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, titulado “Estudio de caso en la enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis y respiración en plantas a partir de una Unidad Didáctica”, describen la evolución procedimental a partir del nivel de abertura y el cambio de aprendizaje sobre conceptos relacionados a la fotosíntesis y respiración de las plantas en una estudiante de séptimo grado. Basada a partir de una Unidad Didáctica que desarrolla actividades problémicas y experimentales, con las cuales se buscaba construir un concepto científico escolar y actitudes de aprendizaje positivas frente a la biología y las ciencias. Se obtuvo un cambio conceptual desde el aprendizaje procedimental, dado que demostró habilidad de buscar y seleccionar información, además desarrolló actitudes de aprendizaje hacia

la biología y las ciencias. De acuerdo con esto, se concluye que esta estrategia de enseñanza y aprendizaje permitió reconocer las concepciones, el nivel de profundidad, la movilización de procedimientos aprendidos y el reflexionar sobre actitudes de la estudiante en medio de la interacción con las actividades establecidas en la Unidad Didáctica.

Así mismo, Galindo y Roman (2016), en su trabajo de investigación denominado “El Yacón como mitigador de diabetes: una propuesta didáctica para favorecer la argumentación en jóvenes y adultos” resultado de su trabajo de grado para optar al título de licenciatura en química en la Universidad pedagógica Nacional, tuvieron como objetivo proponer una secuencia didáctica para favorecer la argumentación, a través de una cuestión socio científica; el caso del yacón como un mitigador de la diabetes. La metodología empleada estuvo bajo un enfoque cualitativo micro etnográfico realizado en dos fases, la primera comprende el diseño e implementación del cuestionario de caracterización de ideas previas, y la segunda, en el desarrollo de secuencia de actividades para culminar con la evaluación. Las actividades implementadas hicieron uso del juego de roles, experimentos en clase y estudios de caso. La población caracterizada y estudiada fueron 24 estudiantes jóvenes y adultos entre las edades de 18 a 40 años del ciclo seis del Cedit Guillermo Cano Isaza de la jornada nocturna, en la localidad de Ciudad Bolívar, logrando que los estudiantes presentarán sus posturas frente al consumo del yacón, mostrando interés por las características particulares de este tubérculo en cuanto a los beneficios que trae en la mitigación de la diabetes, además al final de la secuencia se observa en los estudiantes la relación entre la información presentada con sus contenidos éticos y morales, para justificar su actuar frente al consumo responsable de productos empaquetados y a los compromisos sociales que deben tener las empresas productoras de estos alimentos.

Por otro lado, Antolínez, Santoyo & Rico (2015) en su trabajo de grado denominado “Unidad Didáctica para el fomento del pensamiento crítico hacia el manejo de aguas del Río Pesca (Boyacá), desde un enfoque (CTSA)” implementan una unidad didáctica sobre el manejo, uso adecuado, conservación y cuidado de los recursos hídricos, desde un enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA), como una estrategia que ayuda a fomentar el pensamiento crítico a partir de la argumentación. Este trabajo se aplica a 10 estudiantes de la institución educativa Indalecio Vásquez, de grado 11 del municipio de pesca Boyacá. Su enfoque metodológico es enmarcado desde lo cualitativo interpretativo, y es realizada en tres etapas, estas son, primera etapa, fundamentación teórica; segunda etapa, toma de muestras y análisis fisicoquímico, diseño de instrumento de evaluación y diseño de Unidad Didáctica; y la etapa tres, es la aplicación y análisis de resultados. Esta última etapa permitió concluir que la Unidad Didáctica promovió la habilidad argumentativa desde los aportes del pensamiento crítico involucrando aspectos ambientales, científicos, tecnológicos, sociales y éticos, que fortalecieron los esquemas argumentativos de los estudiantes, logrando una mayor participación ciudadana y concientización acerca del cuidado de los recursos hídricos.

4.4. Desde los ambientes virtuales y las competencias investigativas.

Estos ejes anteriormente mencionados y relacionados pretendieron construir o ampliar un rango de cinco competencias investigativas que permiten un aprendizaje, adicional se plasma desde ambientes virtuales de aprendizaje, su enseñanza, a partir de respaldo digital de información, con esta idea se hace uso de la plataforma Ambientech y de la técnica computacional "docking molecular" en las actividades de la Unidad didáctica. En este sentido, el presente eje ubica artículos que referencian las competencias investigativas, el uso de los ambientes virtuales para la investigación científica y el uso de ambientes blended learning para la enseñanza de conceptos asociados a inhibición enzimática.

AMBIENTECH (2019) es una asociación sin ánimo de lucro y un portal virtual que crean programas educativos que hacen uso de las TICs como herramienta básica para difundir y facilitar el aprendizaje de las Ciencias, la Tecnología, el Medio ambiente y la Salud en estudiantes de educación secundaria o público en general. En el portal educativo sección de salud se encuentran laboratorios virtuales en investigación biomédica, con el propósito de unir la ciencia y salud para promover un estilo de vida saludable y llegar a impactar a todos los sectores de la población. Plantea una metodología activa e innovadora desde los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS). El recurso educativo *"todo sobre la diabetes"* combina animaciones y actividades interactivas para facilitar y aumentar la motivación en el aprendizaje. Además, propone algunos criterios de evaluación, para tener en cuenta tales como, hábitos saludables, métodos de prevención de la enfermedad, relación de la dieta con la salud, entre otros.

La investigación propuesta por Estrada, Fernández, Zambrano, Quintero & Fuentes (2017) en el artículo "El entorno virtual para la investigación científica y sus dimensiones, apuntes para la formación de habilidades investigativas" mencionan la formación de habilidades investigativas en ambientes virtuales para la investigación científica (EVIC), que son espacios en los que se gestiona, coordina y dirigen las tareas en los procesos de investigación y son el resultado de integrar componentes existentes y nuevos, característicos de la WEB 2.0 para apoyar el proceso de investigación, incluyendo herramientas y servicios de la Web social, que permiten compartir y registrar información, en la generación de un clima de comunidad e interacción entre los investigadores. Facilitan el flujo de trabajo, la discusión colectiva, el trabajo colaborativo, el uso de herramientas propias y personalizada para los procesos investigativos, la gestión de procesos, datos, información y conocimientos, la socialización de resultados y las relaciones entre los miembros y otras comunidades científicas. Se caracteriza por estructurar un proceso educativo y articular un conjunto de herramientas, recursos educativos y aplicaciones informáticas en función de la formación de habilidades investigativas, mediante la estructuración de una metodología. Propicia un ambiente virtual de aprendizaje y se apoya en los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje.

Para finalizar, Heredia (2019), en su trabajo para optar al título de licenciada en química, denominado "programa guía de actividades para la enseñanza de

conceptos asociados a inhibición enzimática a través del docking molecular en ambientes de aprendizaje blended learning” que tiene como objetivo el diseño de un programa guía de actividades en el ambiente blended learning a partir de una base de datos de alcaloides provenientes de diferentes especies Colombianas de la familia Amaryllidaceae, es dirigido a estudiantes de química y ciencias de la salud en el marco de la educación superior en Colombia. Su aplicación se realiza de forma parcial con el fin de obtener un resultado exploratorio sobre la efectividad del programa guía de actividades. La metodología empleada se divide en cuatro fases, que comprenden el diseño y validación del programa guía, la construcción de la base de datos de alcaloides, la realización del docking molecular de alcaloides, y la aplicación parcial de las actividades propuestas. Obteniéndose como resultado final, un óptimo aporte en la enseñanza de la bioquímica, específicamente en la inhibición enzimática, el modelo blended learning y el uso del software para realizar los docking moleculares.

5. REFERENTES CONCEPTUALES

5.1 ENFOQUE CTSA

El movimiento educativo CTS surge como respuesta a la crisis que comenzó entre la ciencia y la tecnología, produciendo daños desproporcionados en el medio ambiente y en la sociedad, a mediados de los años sesenta y setenta en los campus universitarios de Norteamérica. Las universidades de Cornell y la del Estado de Pensilvania inician los primeros programas CTS, así mismo, diversas universidades e institutos de investigación canadienses, australianos y europeos (entre los que destacan Gran Bretaña, Holanda y Alemania) sirven de importante sostén al movimiento CTS (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001), extendiéndose a la educación secundaria en la década de los ochenta. El propósito de la educación CTS es promover la alfabetización en ciencia y tecnología, de manera que se capacite a los ciudadanos para participar en el proceso democrático de tomas de decisiones y se promueva la acción ciudadana encaminada a la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad (Membiela, 1997, p. 51).

En un sentido amplio CTS es una propuesta educativa innovadora de carácter general que proporciona a las recientes propuestas alfabetizadoras de ciencia y tecnología, una determinada visión centrada en la formación de actitudes, valores y normas de comportamiento respecto a la intervención de la ciencia y la tecnología en la sociedad, y viceversa, con el fin de ejercer responsablemente como ciudadanos y tomar decisiones democráticas y razonables en la sociedad civil (Díaz, 1996, p.133).

De esta manera, la educación CTS no puede limitarse a cursos específicos, sino que deberá impregnar transversalmente diversas áreas del conocimiento. Díaz (1996), plantea que hay que diferenciar entre las perspectivas que se pueden dar en este enfoque, pudiendo reconocerse; CTS desde la enseñanza de la filosofía y/o sociología, CTS desde la enseñanza de las ciencias físico-naturales y CTS desde la enseñanza de la tecnología.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se consideró el enfoque CTS desde la enseñanza de las ciencias físico-naturales, el cual toma como campo de investigación la naturaleza de las ciencias, las interacciones entre ciencia y sociedad (CS) y entre ciencia y tecnología (CT).

Este enfoque se ha posicionado como una alternativa para innovar en el campo educativo desde la ciencia, la tecnología, las políticas educativas, el diseño de currículos y las prácticas educativas (Pérez & Lozano, 2013). En sus inicios el enfoque se llamó CTS, pero a raíz de la necesidad de validar y reflexionar sobre las problemáticas ambientales, en los trabajos de Edward, Gil, Vilches & Praia (2004) y en los realizados por Pérez & Lozano (2013), se destaca la importancia de adicionar la correspondiente dimensión ambiental.

La inclusión de la letra A de Ambiente a las siglas CTS contribuye a dar una imagen más completa y contextualizada de la ciencia y supone considerar la comprensión de cuestiones ambientales y de calidad de vida. De este modo, este enfoque CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente) pretende sentar las bases para un futuro sostenible. (Gil Vilches, 2010, citado en Fernandes, Pérez, Villamañán, 2014., p. 24).

Las décadas de los 60 y 70 del siglo XX se constituyeron en los periodos en el cual se identifica el origen del enfoque CTSA, inclinado por la fragmentación del conocimiento científico en disciplinas, que en las aulas no se relacionaban entre sí y que, por tanto, no atendían los problemas sociales ni ambientales de la época (Pérez & Lozano, 2013). Con el origen del movimiento CTSA se constituyó una importante promesa para desarrollar investigaciones innovadoras sobre los objetivos de la educación científica y tecnológica, las políticas educativas, el diseño de currículos y la transformación de las prácticas docentes. De esta manera, el movimiento evidenció la concretización de una comunidad crítica de investigadores e innovadores en la educación CTSA (Membiela, 2005).

5.1.1 Estrategias de enseñanza y aprendizaje en CTSA

Aunque resulta inadecuado decir que alguna estrategia de enseñanza sea exclusiva del enfoque CTSA, si se puede señalar que la enseñanza CTSA exige un repertorio de estrategias más variadas que el utilizado en otros tipos de enseñanza (Aikenhead, 1988; Solomon, 1989 citado en Membiela, 1997, p. 55). Entre las metodologías más utilizadas se mencionan las siguientes: trabajo en pequeños grupos, aprendizaje cooperativo, discusiones centradas en los estudiantes, resolución de problemas, simulaciones y los juegos de roles, toma de decisiones, debate y las controversias (Membiela, 1997).

De acuerdo con lo anterior el enfoque CTSA es una propuesta educativa que relaciona la ciencia y tecnología, desde la formación de actitudes, valores y comportamientos que intervienen en estas áreas del conocimiento alrededor de las problemáticas evidenciadas en la sociedad. Por consiguiente, para poder desarrollar esta estrategia de enseñanza y aprendizaje, se hizo uso de la Unidad Didáctica, definida como un conjunto de actividades de enseñanza con una intencionalidad educativa, como se refiere a continuación.

5.2 UNIDAD DIDÁCTICA

Blanco y Pérez (1993) refieren que, en el aula de clases el desarrollo de la Unidad didáctica ocurre a través de un conjunto de actividades de enseñanza. Se entiende por actividad cualquier tarea diferenciada que se realiza en clase por el profesor o los estudiantes en relación con los objetivos didácticos. Así, por ejemplo, el

planteamiento y resolución de problemas, la explicación del profesor, un trabajo de consulta bibliográfica, la resolución de cuestiones en equipo son actividades de enseñanza.

Los materiales de aprendizaje que se utilicen deben mostrar claramente la estrategia didáctica del profesor, pues van a ser los instrumentos mediante los cuales el profesor comunica tanto el contenido de su enseñanza como su concepción. Para el desarrollo del esquema conceptual es indispensable las relaciones entre conceptos y la ampliación de sus significados. Igualmente, la amplitud y duración de la unidad didáctica depende de la amplitud y complejidad del esquema conceptual que se quiera desarrollar.

Los autores proponen una estrategia de enseñanza basada en tres campos de estudio:

5.2.1 Didáctica de las Ciencias

Proporciona competencia al profesor, para planificar la enseñanza, fijar unos objetivos y una evaluación por medio de estrategias didácticas que conlleven a planteamientos metodológicos, una secuencia de enseñanza y materiales de aprendizaje.

5.2.2 Naturaleza de la ciencia

Proporciona competencia científica al profesor, abarca 3 tópicos importantes: El marco teórico, el cual genera conocimiento conceptual tales como, hechos, leyes y teorías para la construcción de lenguaje científico, y el desarrollo de una terminología propia con símbolos, que permitan el análisis de gráficas y tablas.

Un marco metodológico que genera un conocimiento procedimental y el desarrollo de habilidades de investigación. Las cuales pueden ser procesos básicos; observar, clasificar, medir, predecir, comunicar. Y procesos integrados como lo son interpretar datos, formular hipótesis, identificar y controlar variables. La enseñanza de la ciencia debe tener para el estudiante un sentido que vaya más allá que el de superar las dificultades que en sí mismo tiene cualquier aprendizaje. Y conocimiento actitudinal, el cual fija las intenciones y el grado de autonomía en el aprendizaje.

5.2.3 Naturaleza del proceso E/A

Proporciona competencia didáctica. Col (1987) citado por Blanco y Pérez (1993), considera que en todo proceso de E/A están presentes tres elementos básicos:

- El contenido
- Los resultados esperados
- Las actividades

Blanco y Pérez (1993) presentan algunas estrategias de planificación en la enseñanza de las ciencias basadas en un enfoque constructivista para el proceso de aprendizaje y enseñanza. Estas estrategias se diseñaron como un modelo para el diseño de unidades docentes que incluye cinco tareas interdependientes, y que

se abordó en la metodología. Dicho de esta manera, para el diseño de esta Unidad Didáctica, se tuvo en cuenta las competencias investigativas, las cuales permiten desarrollar habilidades y actitudes que promueven el desarrollo de un conocimiento crítico y reflexivo, de ahí que a continuación se define el concepto de competencias y competencias investigativas, donde se especifica las cinco competencias investigativas seleccionadas y abordadas en esta investigación.

5.3 COMPETENCIAS

El concepto competencia se desarrolló desde la década de los veinte en gran parte del mundo principalmente en países como Inglaterra, Estados Unidos, Alemania y Argentina, pero en países como Colombia su desarrollo ha sido relativamente nuevo en el contexto de la educación superior (Ortiz, et al, 2011), se integró en el diseño del sistema de evaluación de la calidad de la educación (pruebas de estado) en la ley general de educación de 1994. En el año 2002, el MEN incluye el concepto de competencia, exigiendo a las instituciones de educación modelos curriculares y proyectos educativos coherentes con la realidad, que formen individuos idóneos y con las competencias necesarias para la resolución autónoma de problemas en los campos académicos y laborales (MEN, 2007; Quintero y Molano, 2009, citado en Charria, Sarsosa, Uribe & López, 2009)

El Ministerio de Educación Nacional define las competencias como el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes que desarrollan las personas y que les permiten comprender, interactuar y transformar el mundo en el que viven, puesto que posibilitan el tránsito de una educación centrada en contenidos a una educación centrada en la pregunta sobre el sujeto del aprendizaje y su mundo, por lo que promueve un desarrollo de la educación como un proceso en donde los conocimientos disciplinares no pueden concebirse de manera separada al desarrollo de actitudes, valores y habilidades. El papel fundamental de la competencia es la construcción de ciudadanía.

Según el MEN (2004), Las competencias básicas son: Competencias científicas, competencias ciudadanas, competencias matemáticas y competencias comunicativas (p.15)

Las competencias científicas (naturales y sociales) deben favorecer el desarrollo del pensamiento científico, que permitan formar personas responsables de sus actuaciones, críticas y reflexivas, capaces de valorar las ciencias, a partir del desarrollo de un pensamiento holístico en interacción con un contexto complejo y cambiante (MEN, 2004).

Zubiría (2013) enuncia que las competencias surgen como una necesidad de la internacionalización y convalidación de estudio, pues resulta casi imposible ponerse de acuerdo sobre la base de contenidos (p.133). Clasifica actos tales como inducir, deducir, argumentar, conceptualizar, pensar críticamente y comunicar como competencias transversales y las competencias específicas como campos particulares del conocimiento y se desarrollan en dominios particulares.

5.3.1. Competencias Investigativas

El proyecto Alfa Tuning es un proyecto educativo independiente, impulsado y coordinado por universidades de distintos países, tanto latinoamericanos como europeos (Tuning Latinoamérica, 2004-2008) que tiene como finalidad consolidar la educación superior y facilitar la cooperación y movilidad académica entre países. Define como competencia la combinación dinámica de conocimiento, comprensión, capacidades y habilidades, cuya finalidad es promover una formación integral del ciudadano. Este proyecto incentiva la uniformidad para enseñar y evaluar las competencias, clasificándolas en competencias genéricas y competencias específicas (Magisterio, 2018). En el caso de América Latina se han identificado 27 competencias genéricas para la educación superior, las cuales se agrupan en cuatro tipos: proceso de aprendizaje, valores sociales, contexto tecnológico internacional y habilidades interpersonales, y competencias específicas para cada área temática (Castañeda, Díaz y Flores, 2015).

En la investigación ¿Qué competencias científicas proveemos en el aula?, se conceptualiza la competencia científica como la capacidad de un sujeto, expresada en desempeños observables y evaluables que evidencia formas sistemáticas de razonar y explicar el mundo natural y social, a través de la construcción de interpretaciones apoyados por los conceptos de las ciencias. Se caracteriza por la movilidad y flexibilidad en el tiempo y en el espacio, posibilitando que el sujeto en su actuación muestre las actitudes, principios y procedimientos propios de la ciencia. Así, “las competencias científicas se desarrollan en la interrelación de los contextos disciplinar, multicultural y de la vida cotidiana” (Arteta et al, 2002, p. 274 citado de Arteta, et al, 2006).

Rojas-Soriano manifiesta que, para fomentar la competencia investigativa en los estudiantes se deben juntar conocimientos y capacidades que confluyen en el diseño, desarrollo y aplicación de una propuesta investigativa, que revise teorías y metodologías, las cuales posibiliten la partida hacia conocimientos nuevos (Jaik.Dipp, 2013 citado de Durán y Cifuentes, 2019).

El objetivo de este trabajo de grado hace énfasis en el desarrollo de competencias investigativas, ya que integra la investigación científica, la innovación y transformación del conocimiento, factores directamente relacionados con la profesión docente. Para fines de este proyecto se contempla el desarrollo de 5 competencias investigativas como una forma de desarrollar en docentes en formación competencias argumentativas, interpretativas y propositivas. Las competencias investigativas para desarrollar son:

1. Capacidad para comunicar información e ideas de manera oral y escrita.
2. Capacidad para reconocer, analizar problemas y planificar estrategias para su solución
3. Habilidad en el uso de las técnicas modernas en informática y comunicaciones aplicadas a la química

4. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes
5. Capacidad para trabajar en equipo.

Es así como, desde las competencias investigativas, el enfoque CTSA y el diseño de la unidad didáctica, se planteó la enseñanza del ciclo de Krebs y los conceptos que están asociados directamente para su comprensión. A fin de lograr esta integración entre lo didáctico y lo metodológico, se plasma a continuación el marco conceptual desde un enfoque disciplinar.

5.4 METABOLISMO Y CICLO DE KREBS

El metabolismo de los nutrientes incluye un conjunto de reacciones químicas acopladas mediante las cuales el organismo incorpora, transforma y utiliza los alimentos, para mantenerse vivo y realizar sus funciones. Estos procesos son la base de la vida y están catalizados por enzimas, pues gracias a ellas la célula obtiene sustratos y energía para sustentar las diferentes funciones vitales.

Peña y Dreyfus (1997) en su libro “La energía y la vida. La bioenergética” refieren que la vida es un fenómeno esencialmente inestable que para mantener y ejecutar sus funciones requiere de una variadísima serie de transfiguraciones de la energía, que originalmente proviene del Sol. Esta energía principalmente es captada por organismos autótrofos, como las plantas y bacterias y aprovechadas por los organismos heterótrofos como el ser humano, es decir las plantas proveen de alimentos a los animales.

Es recurrente hablar de la necesidad de ingerir alimentos para tener obtener más fuerza, más potencia o más energía. Estas expresiones son reduccionistas y se limitan como sinónimo de actividad. Sin embargo, en el campo de la bioquímica, este concepto involucra una serie de procesos moleculares y microscópicos que ocurren dentro de los seres vivos y en sus células y que se conoce como metabolismo.

Hace cerca de 200 años, Lavoisier demostró la utilización de oxígeno y la liberación de energía en las reacciones químicas donde ocurre la combustión de sustancias sea en los seres vivos o en su ausencia. La oxidación de los alimentos libera la energía química contenida en ellos y permite su aprovechamiento. En las células, dicha oxidación es progresiva y se realiza por etapas: se empieza con un compuesto poco oxidado, el cual, al irse oxidando en pasos sucesivos, libera en pequeños fragmentos la energía contenida en la molécula original para terminar, completamente oxidada. De la energía liberada en cada paso, parte se puede emplear en la realización de trabajo celular, parte aparece en forma de calor y parte se almacena en determinados compuestos para su uso futuro; finalmente, estos compuestos se degradan y liberan la energía almacenada; una porción de esta se usa en efectuar trabajo y otra porción aparece en forma de calor. Todas las formas de energía, independientemente de su utilización inmediata, se calculan y miden en forma de calor (Laguna & Garza, 2002, p.138).

Estos organismos fotosintéticos contienen gran cantidad de la energía luminosa captada, la cual ha sido transformada en un tipo de fácil almacenamiento e intercambio, el de los enlaces químicos que contienen las innumerables moléculas que los componen. De esta misma forma, la síntesis de una molécula requiere energía, y en su degradación se puede aprovechar al menos parte de la que se utilizó para su síntesis. Por esta razón los alimentos son reservorios de energía. La producción de ATP y de NADH tiene como fin proporcionar la energía para la síntesis de las moléculas de glucosa (Ibid., 1997).

5.4.1. ¿Qué es la digestión?

En el libro “Digestión y metabolismo energético de los nutrientes” las autoras Boticario y Cascales (2012) definen la digestión como el proceso de transformación de los nutrientes, previamente ingeridos, en sustancias más sencillas y fáciles de absorber. La digestión ocurre tanto en organismos pluricelulares como a nivel celular y subcelular. En este proceso de transformación de los nutrientes participan diferentes tipos de enzimas. El aparato o sistema digestivo, es muy importante ya que los organismos heterótrofos dependen de fuentes externas de materias primas y energía para su crecimiento, mantenimiento, y funcionamiento. El alimento ingerido y procesado se emplea para obtener energía y generar y reparar tejidos (p.14).

5.4.2. La alimentación y la nutrición

La alimentación es una actividad que abarca la búsqueda, la preparación y la ingestión de alimentos, mientras que la nutrición es una función del organismo, mediante la que este obtiene y utiliza los nutrientes que necesita. La nutrición es la función de los seres vivos que les permite captar, transformar y utilizar la materia y la energía del ambiente.

Así como debemos distinguir entre alimentación y nutrición, también debemos diferenciar los alimentos de los nutrientes. Los alimentos constituyen las materias primas a partir de las que el organismo recibe los nutrientes necesarios para el desarrollo y el mantenimiento de las células (Boticario y Cascales 2012).

5.4.3. Etapas de la generación de energía

En el citoplasma, la glucosa se rompe en dos moléculas de ácido pirúvico, liberando energía. Luego, la degradación continúa en la matriz mitocondrial, donde el piruvato se convierte en acetil-CoA, el cual ingresa en el ciclo de Krebs donde se forma el CO₂ y H₂O y se desprende también energía. Finalmente, en las crestas mitocondriales, se encuentra la cadena de transporte electrónico, a través de la cual los electrones son transportados al oxígeno para la formación de H₂O y la producción de la mayor parte de la energía en forma de ATP.

Las vías catabólicas, generadoras de energía, comprenden tres etapas bien diferenciadas: 1ª hidrólisis de las macromoléculas complejas (proteínas, polisacáridos y grasas), en moléculas más sencillas (aminoácidos, azúcares sencillos o monosacáridos, ácidos grasos y glicerol), 2ª degradación de estos compuestos monoméricos en piruvato y acetilCoA, con producción de NADH y ATP, y 3ª degradación completa del acetil CoA en el ciclo de Krebs, a compuestos inorgánicos, CO₂, H₂O, con la producción de grandes cantidades de NADH y ATP, en la mitocondria (Boticario y Cascales 2012).

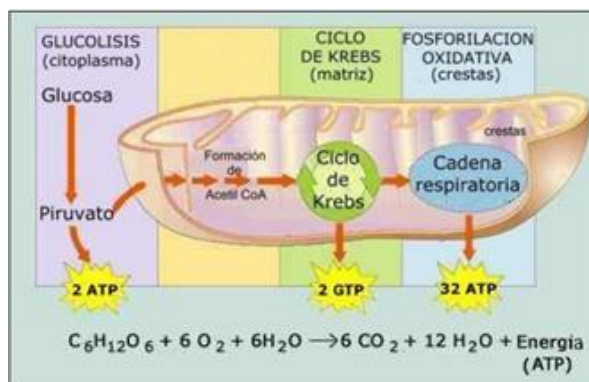


Ilustración 1. Etapas de la respiración Celular.

Fuente: Herrera et al, 2015.

5.4.4. Convergencia de rutas metabólicas.

Los átomos de Carbono que provienen del catabolismo de la glucosa, de los ácidos grasos y de los aminoácidos deben convertirse en Acetil coA para ingresar al ciclo de Krebs. El resultado de la degradación de los átomos de carbono sale en forma de CO₂ y se liberan electrones de alto contenido energético, los cuales se usan en la cadena respiratoria para sintetizar ATP.

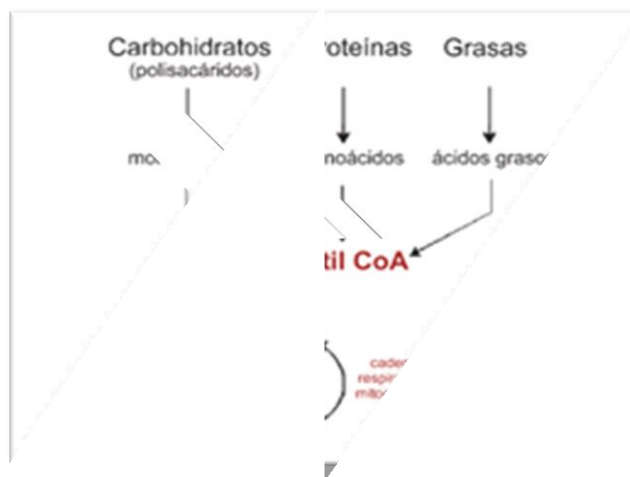


Ilustración 2. Esquema del catabolismo de proteínas, carbohidratos y lípidos, que coincide en el Acetil-CoA, y de ahí, a través del ciclo de Krebs.

Fuente: Boticario y Cascales, 2012, p.70

5.4.5. El ciclo de Krebs para que sirve.

Ciclo de Krebs, llamado así gracias a su descubridor Hans Adolf Krebs (1937), también se denomina ciclo del ácido cítrico o ciclo de los ácidos tricarboxílicos. Es una ruta metabólica que forma parte de lo que se conoce como la respiración celular típica de los organismos aeróbicos. El ciclo de Krebs es parte de la vía catabólica que realiza la oxidación de las moléculas de acetil CoA proveniente de monosacáridos, ácidos grasos y aminoácidos hasta producir CO_2 , liberando gran cantidad de energía química, sobre todo en forma de poder reductor que, gracias a la cadena transportadora de electrones y de la fosforilación oxidativa, será utilizada en la síntesis de ATP (Herrera, 2015, p. 88)

La finalidad más importante de este ciclo consiste en proporcionar un gran número de hidrógenos, que entran en la cadena respiratoria mitocondrial para ser oxidados (combinarse con el oxígeno), y así dar finalmente moléculas de agua y obtener ATP en el proceso (Peña y Dreyfus, 1997).

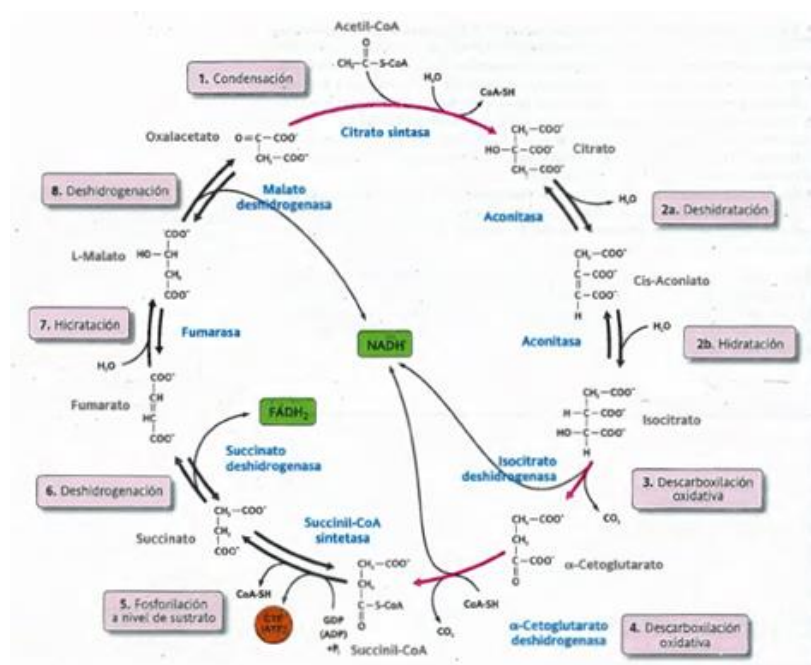


Ilustración 3. Reacciones del ciclo de Krebs

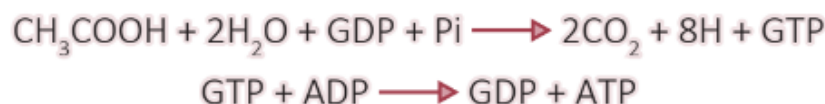
Fuente: Feduchi et al, 2014, p.240

El grupo acetilo (un ácido orgánico de dos carbonos) de la acetil-CoA se puede transferir al ácido dicarboxílico oxalacetato, de cuatro carbonos, para formar un nuevo ácido tricarboxílico llamado citrato (ácido cítrico). El citrato puede oxidarse entonces en una ruta de ocho pasos, para regenerar oxalacetato y liberar dos moléculas de CO_2 . Después, el oxalacetato se puede recombinar con otra molécula de acetil-CoA y se repiten las reacciones de oxidación del citrato. El efecto neto de esta ruta cíclica con ocho enzimas es la oxidación completa de un grupo acetilo a

CO₂, y la transferencia de electrones a varios cofactores para formar equivalentes reductores (Horton, Moran & Rawn, 2008 p. 384)

Al término de las dos vueltas del ciclo de Krebs, se obtienen 4 CO₂, 2 GTP, 6 NADH y 2 FADH₂, hasta este momento se han formado 4 moléculas de ATP. Dos en la glucólisis y dos en las dos vueltas del ciclo de Krebs, el resto de energía se encuentra en los electrones de alta energía recogidos por cofactores como el FADH₂ y el NADH para descargarlos en la cadena respiratoria, y por medio de la Quimiosmosis producir la mayor formación de ATP (Herrera, et al, 2015, p 85)

La reacción general del ciclo tricarboxílico o ciclo de Krebs se representa de la siguiente forma:



*Ilustración 4. Reacción del Ciclo de Krebs.
Fuente: Macías et al., 2018*

Como se observa, en el ciclo no participan O₂ molecular, ni ATP; su función primaria es la deshidrogenación del ácido acético para formar dos moléculas de CO₂ y cuatro pares de átomos de H que pasan a la CR (cadena Respiratoria): a su vez, en el ciclo ocurre una fosforilación a nivel de sustrato que conduce a la formación de una molécula de GTP. El GTP formado cede su grupo P terminal al ADP para formar ATP (Macías Alvia et al, 2018, p 63).

5.5 PRODUCTOS NATURALES (HOJAS DE CAFÉ)

Con relación al marco conceptual disciplinar, es importante dar a conocer el compuesto químico investigado desde el contexto de los productos naturales. De esta manera, a continuación, se mencionan las características de los productos naturales, en específico las hojas de café y uno de sus principios activos, que es de interés para la investigación, la mangiferina, describiendo sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales y farmacológicas.

Algunas plantas superiores acumulan sustancias orgánicas, las cuales son aprovechadas por el ser humano. Desde la antigüedad, el ser humano ha estado utilizando dichas plantas superiores para su alimentación y en el área de la salud, debido a sus propiedades antiinflamatorias y antioxidantes.

Estas se clasifican como metabolitos primarios y metabolitos secundarios. En el caso de los metabolitos primarios son sustancias distribuidas en la naturaleza y son necesarias para el desarrollo fisiológico y el metabolismo de las plantas, se utilizan

en la alimentación del ser humano y como aditivos en los alimentos (Lock de Ugaz, 1987).

Por otra parte, los metabolitos secundarios o productos naturales son compuestos biosintetizados a partir de los metabolitos primarios, estos no tienen una función en el metabolismo básico de las plantas, pero tienen un rol ecológico, por ser atractores de polinización. Estos son utilizados comercialmente como compuestos biológicamente activos, en el caso de fármacos, colorantes y fragancias, y en la medicina alternativa, por lo que como dice Fomenko et al (2016)

Una comparación estructural reciente entre aproximadamente 10,000 componentes de la Medicina Tradicional China y aproximadamente 8,000 fármacos modernos o candidatos identificó 908 pares de agentes que son estructuralmente similares y 327 pares de agentes que son idénticos en estructura, lo que indica un alto nivel aparente de productos naturales o Representación “similar a un producto natural” en las drogas modernas. Recientemente se ha demostrado que algunas de estas medicinas chinas mejoran la IR, la diabetes y otras afecciones asociadas con el síndrome metabólico (p 2).

Las hojas son generalmente delgadas, brillantes, vetadas y de forma elíptica, típicamente crecen en pares que son opuestos entre sí en la rama. Dos especies de café son las representativas entre ellas *coffea Canephora* y *coffea arabica*, el color de las hojas varía de especie y variedad como resultado de diferentes composiciones de cutina. Las hojas también se caracterizan por la presencia de estomas en la epidermis que facilitan el intercambio de gases de la planta con el medio externo (Ashihara, Fujimura & Crozier, 2019).

El café se cataloga como una especie fotosintética ya que fija directamente el CO₂ atmosférico por acción de ribulose-1,5-bifosfato carboxilasa/oxigenasa, proceso realizado por el ciclo de metabolización de Calvin-Benson, donde son obtenidos los carbohidratos del café. También se encuentra la producción de metabolitos secundarios como el ácido clorogénico o las sustancias características que contienen nitrógeno como la cafeína y la trigonelina (Ashihara, et al, 2019).

Villas, et al, (2020) en la investigación titulada: “Aqueous extract from *Mangifera indica* Linn. (Anacardiaceae) leaves exerts long-term hypoglycemic effect, increases insulin sensitivity and plasma insulin levels on diabetic Wistar rats”, mencionan el estudio del efecto hipoglucémico del extracto acuoso de hojas de café, en específico de mangiferina (EAMI) analizado en ratas diabéticas inducidas por estreptozocina. Por medio de esta investigación se encontraron altos niveles de compuestos fenólicos en su composición química, por lo cual podría evitar la hipoxia/reoxigenación mediada por los radicales libres; y al tener un efecto hipoglucémico permitiría regular la producción de insulina en personas diabéticas.

5.5.1 Mangiferina

Los productos naturales han sido y siguen siendo una fuente atractiva de terapias nutricionales y farmacológicas. Uno de estos productos naturales es la mangiferina

(MGF), el componente predominante de los extractos de la planta de mango *Mangifera indica* L. Los informes sobre los efectos biológicos y farmacológicos del MGF aumentaron exponencialmente en los últimos años, la MGF ha documentado efectos antioxidantes y antiinflamatorios. Estudios recientes indican que modula múltiples procesos biológicos involucrados en el metabolismo de carbohidratos y lípidos. Se ha demostrado que la MGF mejora las anormalidades metabólicas y los trastornos en modelos animales y humanos (Fomenko et al, 2016 p 1).

El primer estudio de mangiferina MGF se informó en 1960. El interés en la MGF aumentó gradualmente antes del siglo XXI y aumentó exponencialmente desde entonces, como lo indica el número de publicaciones. La MGF es una C-glucosil xantona y químicamente llamada C2-β-d-glucopiranosil-1,3,6,7-tetrahidroxixantona. Cuenta con un sistema de anillo aromático altamente condensado acoplado a un resto de glucosa a través de un enlace C-C, como C-glucósido, la mangiferina es poco absorbida por el tracto gastrointestinal (Fomenko et al, 2016 p 2).

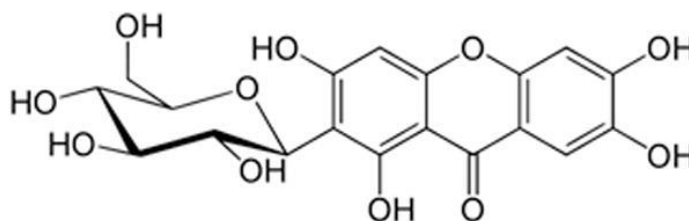


Ilustración 5. Estructura de la mangiferina.
Fuente: Fomenko et al. 2016

Por otra parte, la MGF tiene un resto de catecol, que le permite formar complejos estables de MGF-Fe²⁺ / Fe³⁺, evitando las reacciones de tipo Fenton y las correspondientes reacciones de peroxidación lipídica. Dicha característica estructural permite que la MGF elimine especies reactivas de oxígeno (ROS), siendo así un antioxidante efectivo. La MGF también ayuda a mantener el equilibrio entre las enzimas, el superóxido dismutasa, la catalasa y el sistema de glutatión, que tienen funciones clave en el sistema de defensa celular contra el daño de los radicales libres. Se ha demostrado que la MGF afecta varios procesos biológicos, incluidos la bioenergética mitocondrial, la glucólisis, la lipogénesis, etc. Fundamental para estos procesos biológicos, la MGF provoca un espectro de bioactividades que incluyen efectos antioxidantes y antiinflamatorios, y anti-hiperlipidemia. Recientemente se han descubierto efectos hipoglucemiantes y efectos anticancerígenos, esto se evidencia en la Ilustración 7. (Fomenko et al, 2016, p 5).

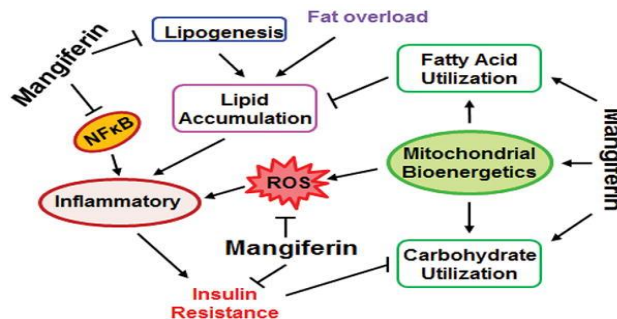


Ilustración 6. Efectos biológicos y farmacológicos de la MGF.
Fuente: Fomenko et al. 2016

Para puntualizar, estas características y propiedades de la Mangiferina influyen en:

- Inhibir la hiperlipidemia y prevenir el hígado graso
- Reducir la hiperglucemia y prevenir la diabetes
- Proteger las células β pancreáticas y mitigar las complicaciones diabéticas
- Mitigar las enfermedades vasculares cardíacas
- Modular la conversación cruzada entre el metabolismo de los lípidos y el metabolismo de los carbohidratos.

5.5.2 Estudios sobre Productos Naturales (*Cinnamomun zeylanicum*, *cuminum cyminum* y *origanum vulgare*)

Por último, en el estudio realizado por Sevilla, et al. (2013), llamado “Actividad inhibitoria sobre α -glucosidasa y α -amilasa de extractos acuosos de algunas especias utilizados en la cocina mexicana”, se analizó el efecto antioxidante e inhibidor de α -glucosidasa y α -amilasa de extractos acuosos de productos naturales, como lo es la canela (*Cinnamomum zeylanicum*), comino (*Cuminum cyminum*), orégano (*Origanum vulgare*), pimienta negra (*Piper nigrum*) y el clavo (*Eugenia caryophyllus*).

De acuerdo con esto, se determina que la inhibición de la α -glucosidasa y la α -amilasa es una de las formas terapéuticas para retardar la digestión y absorción de los carbohidratos y, en consecuencia, la reducción de glucosa postprandial en sangre. El uso de especias culinarias puede representar uso potencial durante los estados tempranos de hiperglicemia (Sevilla, et al, 2013, p 43).

De lo anterior, se puede concluir que estas especias presentan en su composición química algunos derivados de flavonoides tales como antocianinas, flavonas, catequinas y ácido gálico, lo cuales presentan una actividad antioxidante y capacidad de evitar el estrés oxidativo celular, debido a que los extractos acuosos donan un átomo de H, y por lo tanto neutralizan los radicales libres.

6. MARCO METODOLÓGICO

6.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El paradigma metodológico de investigación usado en este trabajo de grado se basa en la metodología cualitativa, la cual se enmarca en el paradigma interpretativo que comprende atributos fenomenológicos, constructivistas, naturalistas y hermenéuticos. Lo cual, permite examinar la forma en que ciertos individuos perciben y experimentan fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados (Sampieri y Mendoza (2018) p. 358).

Esta metodología es entendida como un proceso dinámico que entrelaza problemas, teorías y métodos, siendo modificable y continuo. Se tienen algunos lineamientos generales o fases que no resultan fijas, si no que pueden ser alteradas, y a las cuales es preciso hacerles sistematización. Autores como Sampieri & Mendoza (2018) mencionan que “La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio” (p 7). Por lo que, el desarrollo metodológico de la investigación aborda cuatro fases de la siguiente manera:



*Ilustración 7. Fases de la investigación cualitativa.
Fuente: Adaptado de Rodríguez, Gil & García, 1996, p.63*

6.2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

6.2.1 La fase Preparatoria

Está constituida en dos etapas: reflexiva y diseño. Como producto final de esta etapa se planteó el proyecto de investigación. “En las etapas reflexivas y de diseño se materializan en un marco teórico-conceptual y en la planificación de las actividades que se ejecutarán en las fases posteriores” (Rodríguez, Gil & García

1996, p.65). De esta forma se realizó una revisión inicial en la literatura, que puede complementarse en cualquier etapa del estudio, basándose en un proceso inductivo, que se guía de lo particular a lo general como es planteado por Sampieri y Mendoza (2018).

Para el desarrollo de esta primera fase se hizo una recopilación y un análisis bibliográfico del enfoque CTSA para la enseñanza en las ciencias, investigaciones realizadas sobre la mangiferina, competencias y habilidades investigativas, ambientes virtuales y dificultades en el proceso E/A del ciclo de Krebs, el manejo de softwares químicos y la elaboración de la Unidad Didáctica como recurso didáctico.

6.2.2. Trabajo de Campo

Se compone de tres etapas: el acceso al campo, el trabajo de aula y la recolección productiva de datos, en las que se busca un acercamiento del objeto de investigación y con el fin de analizar y recopilar datos precisos sobre la aplicación del proyecto de investigación.

Con el fin de efectuar un procedimiento adecuado y acertado durante el desarrollo de las pruebas o análisis para la comprobación, comparación y creación de nuevas hipótesis sobre el proyecto de investigación, es necesario que el enfoque se desarrolle en métodos de recolección de datos no estandarizados al inicio ni completamente predeterminados (Sampieri & Mendoza, 2018)

El trabajo de campo estuvo consolidado durante el desarrollo de la prueba de entrada, en la ejecución de la secuencia de actividades expuestas en la Unidad Didáctica y de ambientes virtuales como herramientas educativas. La población muestral fueron 24 estudiantes que se encontraban cursando el espacio académico del énfasis disciplinar II “Química de alimentos y productos naturales” de la Universidad Pedagógica Nacional.

Duración: Cuatro sesiones, que se dispondrán de la siguiente manera.

Sesión	Actividades
I	1.1 Video introductorio metabolismo y respiración celular (2 vídeos) 1.2 Lectura “Beneficio o perjuicio: Los trastornos metabólicos pueden producir cuerpos cetónicos”, participación del foro 1.3 Entrega de caso clínico (Entregar la siguiente sesión)
II	2.1 Interacción y actividad Ambientech, 2.2 Análisis y socialización de casos clínicos (Actividad solucionada en casa) 2.3 Lectura “Medio ambiente, salud y diabetes”, participación del foro. 2.4 Video para la descarga de los programas para el estudio in silico (Trabajo en casa)
III	3.1 Historieta de alimentos funcionales 3.2 Planteamiento de la metodología de la práctica de laboratorio (Artículo). 3.3 Infografías sobre los efectos de la mangiferina en el metabolismo y realización del estudio in silico (Video) 3.4 Planteamiento de la hipótesis (Trabajo en casa)
IV	4.1 Instrumento final.

Ilustración 8. Secuencia de actividades de la Unidad didáctica.

Fuente: Autoras, 2020.

6.2.3. Fase analítica e informativa

Los datos cualitativos obtenidos durante el trabajo de campo fueron sistematizados con el software ATLAS.ti V.8 con el objetivo de fragmentar los instrumentos cualitativos depositados en la Unidad Hermenéutica, en categorías de análisis, que comprenden los parámetros teóricos y operativos contemplados desde el aprendizaje de conceptos asociados al ciclo de Krebs, las competencias investigativas y el nivel de construcción conceptual. Estas categorías de análisis se encuentran inmersas en todo el proceso de investigación, bajo diferentes ángulos, y denominaciones (Rico de Alonso et al. 2002), asimismo, estos autores enuncian que las categorías pueden ser definidas como divisiones del problema de investigación en partes, elementos o dimensiones (p. 3) estas categorías principales preconcebidas en la pregunta de investigación son el insumo para generar las nuevas categorías que orienten la recolección, organización y el análisis de la información.

Se establecen tres grupos de categorías de análisis que se identifican desde los objetivos del presente trabajo y el problema de investigación, las cuales son: 1 Aprendizaje del Ciclo de Krebs y Conceptos Asociados, 2 Desarrollo de Competencias Investigativas y 3 Nivel de Construcción Conceptual, que son establecidas en la matriz categorial de análisis de datos, conteniendo adicionalmente la aparición de categorías emergentes, las cuales amplían las categorías planteadas inicialmente y que fueron identificadas recurrentemente como resultado a la revisión de documentos primarios (Anexo 2).



Ilustración 9. Proceso de categorización.
Fuente: Autoras, 2020.

En cada grupo de categoría se segregan una serie de subcategorías, que según Rico de Alonso et al. (2002) “deben dividirse en subcategorías, de manera tal que el fenómeno que se pretende estudiar sea accesible al/la investigador/a”.

El análisis es planteado desde la identificación de ideas previas en los estudiantes y el posterior aprendizaje construido en la aplicación de la Unidad Didáctica, con lo que se pretende integrar, fragmentar y codificar la información a fin de facilitar su organización, procedimiento denominado nivel textual. Seguidamente se elabora la construcción de un modelo mental que conlleva a plantear desde un nivel conceptual, la interrelación entre categorías y sus vínculos semánticos que facilita la elaboración de una representación gráfica (red semántica). En respuesta a lo anterior, para analizar los datos cualitativos de la investigación se tiene en consideración las indicaciones descritas por Miles y Huberman (1994) quienes entienden que los datos se resumen, codifican y descomponen en temas, grupos y categorías (ver Ilustración 10).

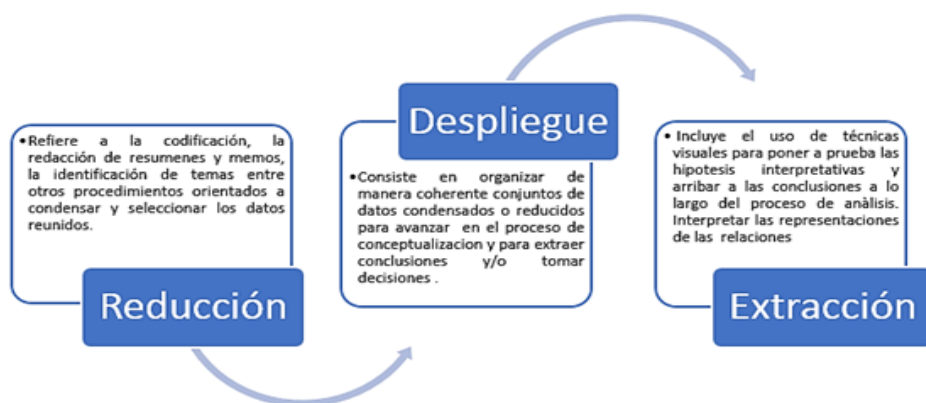


Ilustración 10. Desarrollo de análisis cualitativo.
Fuente: Adaptado de Borda, et al., 2017

Posterior a la codificación y sistematización se hace uso del método análisis textual discursivo (ATD), el cual posibilita valorar por medio de indicadores la comprensión de lo que se está investigando, desde las categorías a priori y emergentes, con la finalidad de verificar el aprendizaje y el nivel de desarrollo en las 5 competencias escogidas; el ATD permitió desarrollar un análisis crítico y reflexivo (Bicudo, 2011).

El ATD tiene un enfoque fenomenológico, ya que parte de una descripción basada en el cuidado con la escucha de las palabras escritas en los textos. Así, la actitud asumida en el ATD se caracterizó por el análisis de lo mostrado en los resúmenes, avanzando hacia una hermenéutica de textos significativos que hablaban de la realidad investigada (Bicudo, 2014, citado por Ariza, et al. (2015) p. 109).

Por otra parte, la metodología propuesta persigue algunas pautas propias del modelo CTSA, que autores como Fernández (2013) enuncia como objetivo el “acercar la ciencia a la realidad de los alumnos partiendo de su contexto más cercano para después profundizar en el tema” (p. 20). Esto se logra planteando la cercanía del problema o fenómeno a la realidad del estudiante, discutiendo sobre la influencia del estudiante en dicho fenómeno, profundizando en la formación, causas, consecuencias del fenómeno y por último proponiendo soluciones o alternativas.

6.2.4. Metodología para el diseño de la Unidad Didáctica

Una Unidad Didáctica, es una manera de proyectar los procesos de enseñanza y aprendizaje alrededor de un elemento de contenido, que se convierte en un eje integrador de procesos, que aporta consistencia y significados al estudiante. A continuación, se describen dos metodologías complementarias para el diseño de la Unidad Didáctica. La primera metodología plantea una vía mixta que contempla el análisis de los posibles contenidos de enseñanza y el análisis de los potenciales aprendizajes de los estudiantes. Por ello el modelo de planificación que proponen los autores Blanco y Pérez (1993) comprende cinco componentes:

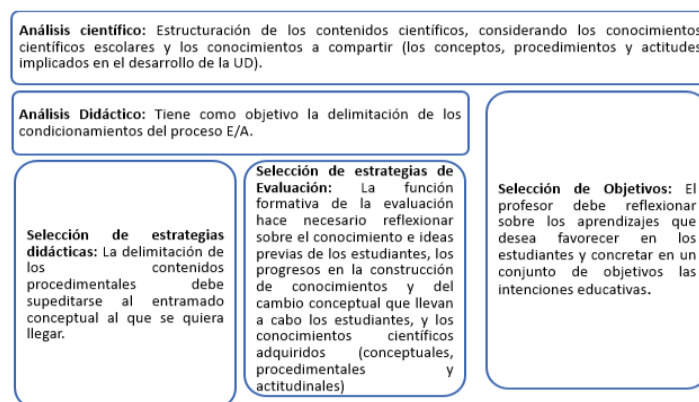


Ilustración 11. Metodología del diseño de la Unidad didáctica.

Fuente: Adaptado de Blanco y Pérez (1993)

La segunda metodología, que complementa la anterior, es la descrita por Tamayo (2013) en su artículo “Las unidades didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales, educación ambiental y pensamiento lógico matemático” que busca aportar estrategias, recursos y metodologías para la enseñanza, mencionando a la Unidad Didáctica como un trabajo relativo a un proceso de enseñanza y aprendizaje, articulado y completo que pretende desarrollar aprendizajes de una temática en específico, para ello la separa en cinco fases, estas son: ideas previas, conceptos que traen los estudiantes; Historia y epistemología, en donde se estudian los diferentes cambios y evolución del pensamiento científico; Múltiples modelos semióticos y TIC’s, que menciona el empleo de las representaciones y el uso de las tic; Metacognición, haciendo referencia a dominio y regulación que tiene el sujeto sobre sus propios procesos cognitivos; y Evaluación conceptual, que desarrolla un ejercicio de observación.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

La metodología de investigación empleada en el presente trabajo de grado siguió un enfoque cualitativo, hermenéutico, descriptivo e interpretativo, y sus resultados son expuestos desde las diferentes fases referenciadas en la metodología de diseño de la Unidad Didáctica (Blanco y Pérez, 1993; Tamayo, 2003), A continuación, se encuentra por apartados un análisis por cada fase metodológica.

7.1. Ideas previas y selección de objetivos

La delimitación de los objetivos de aprendizaje se planteó desde una intencionalidad educativa que concibe el desarrollo de cinco competencias investigativas en estudiantes universitarios: Capacidad comunicativa (H1), Capacidad analítica y argumentativa (H2); Pensamiento computacional (H3); Habilidad investigativa (H4) y Capacidad para trabajar en equipo (H5), y que son articuladas al aprendizaje del Ciclo de Krebs, se pretende evaluar el nivel de construcción conceptual (Asociación, organización y descripción de conceptos del CICLO DE KREBS) con la actividad discursiva de los grupos de trabajo en actividades de foros y de formulación de hipótesis. Estas competencias son tomadas de autores tales como Duarte, G. C., Vargas, J. A., Martínez, S., Córdoba, X. I., Pedraza, M., Amaya, G. F. (2006) ; Beneiote, P. , Esquetini, C., Gonzales, J., Marty, M., Siufi, G. y Wagenaar, R (2004-2007) ; López Bautista, N. Y. (2018) ; Castañeda, I., Poveda, L., Díaz, K. y Flórez, A (2015) ; Salomón, P. (2012); Contreras, G. A. G., & Ospina, Y. L. (2008); Castillo, S. L. (2011).

Este tipo de actividades reflejan acciones y actitudes comunicativas y cognitivas que se concretan a través de los textos que los estudiantes escriben, y que pretenden dar solución a problemáticas transversales como la educación para salud (Parga y Martínez, 2014), asimismo, se facilita integrar distintas vías metabólicas desde un enfoque fisiológico, que contemplan las condiciones cotidianas que determinan la regulación de dichas vías, como el ayuno o la diabetes, y, la construcción de conceptos a partir del conocimiento químico contextualizado en las aplicaciones de la bioquímica en interacción con la sociedad, la tecnología y el medio ambiente.

Para el desarrollo de la fase analítica y descriptiva se configura la estructura de la matriz de categorías de análisis de datos, constituida de la siguiente forma: La primera columna integra los tres grupos de categorías de análisis identificados desde los objetivos y el problema de investigación, la segunda columna comprende las categorías de análisis que hacen parte del grupo de categorías y las cuales se encuentran definidas para la posterior sistematización de datos, la tercera columna establece las subcategorías de análisis, que integran atributos o características de las categorías, que faciliten una síntesis de la información que se desea investigar, la cuarta columna define y delimita propiedades de las categorías. En el mismo orden para las siguientes cuatro columnas que contienen las categorías emergentes (CE), las cuales identifican aspectos y fragmentos recurrentes, con un fuerte sentido semántico y relacional con los objetivos de la investigación (Anexo 2).

Tabla 1. Relación semántica entre algunos fragmentos de citas y las categorías de análisis.

DOCUMENTO	FRAGMENTO DE CITA	RELACIÓN CATEGÓRICA
Taller Ambientesh	La inactivación de la hormona de la insulina, producida y secretada en el páncreas pausa su producción y limita el metabolismo, por lo que, al no transportar la glucosa del torrente sanguíneo a nivel celular, se alterará el proceso de glucólisis y la producción de ácido pirúvico. La insulina contiene 51 aminoácidos y una estrecha vinculación con los procesos enzimáticos del ciclo de Krebs y la oxidación de las grasas. Esta hormona tiene una importancia fundamental en la regulación del metabolismo de las grasas y es el principal factor anticetogénico, además de tener un papel fundamental en la lipogénesis.	FACTOR CETOGENICO (FC): Refiere a las causas y consecuencias en los procesos bioquímicos asociados al aumento y movilización de ácidos grasos dentro del organismo, por lo cual se describen las posibles causas que aumentan el desarrollo de cuerpos cetónicos, ya sea por alteraciones en el metabolismo, por factores externos como el ayuno prolongado o endógenos, como la disminución de la hormona insulina o la producción de hormonas hiperglucemiantes como la adrenalina o el glucagón.
Foro 1	La diabetes es producida por un grupo de alteraciones metabólicas en las que se presenta un defecto en la secreción o el funcionamiento inadecuado de la insulina, en esta medida, se producen alteraciones que provocan la cetogénesis, las cuales aparentemente se da por la disminución de acetil CoA, lo cual provoca una movilización excesiva de los lípidos entre otros, lo cual provoca hiperproducción del acetil CoA y posteriormente de ácido diacético, betaoxibutírico y acetona, dichas sustancias en el exceso que se producen, acarrear a la alteración funcional e insuficiencia de diversos órganos, en particular los ojos, riñones, nervios, corazón y vasos sanguíneos	ACCIÓN PANCREÁTICA (AP): Los conceptos vinculados en la producción de insulina, sus características y cómo esta influye en el metabolismo con su acción reguladora dentro de procesos metabólicos como la glucólisis y lipólisis. MODIFICACIÓN METABÓLICA: Refiere al cambio bioquímico alterno que ocurre en las rutas metabólicas (Glucólisis, Ciclo de Krebs, Glucogénesis etc.), debido a las alteraciones biológicas y químicas, que conllevan a la sustitución o transformación de esas rutas metabólicas, en trastornos metabólicos o enfermedades.
Caso Clínico	se infiere que la paciente presenta un DM-I, contemplando la sintomatología general de hiperglucemia como la poliuria, polidipsia, debilidad y pérdida de peso, se relacionan los criterios bioquímicos como glucemia, triglicéridos y cuerpos cetónicos en considerable aumento; de acuerdo con los resultados de laboratorio, se concluye que la paciente presenta CAD (Cetoacidosis Diabética), por ende, se establece una reducción en la concentración de insulina, sumado a elevadas concentraciones de hormonas de función control reguladoras o conocidas como anti insulínicas, como el cortisol, glucagón, catecolaminas, entre otras, que generan las rutas metabólicas opuestas a la generada por la insulina en órganos hepáticos y tejidos periféricos, estimulando la gluconeogénesis hepática.	TRASTORNOS, ALTERACIONES Y ENFERMEDADES METABÓLICAS (TAM) Refiere a un desequilibrio en el organismo, donde son posibles rutas metabólicas alternas que no permiten un proceso óptimo de generación de energía y promueven la síntesis de nuevas sustancias perjudiciales para la salud. Refiere a las alteraciones metabólicas y a los síntomas experimentados que ocasionan una variación de los diferentes procesos metabólicos habituales para la síntesis de diferentes compuestos.

Fuente: Autoras, 2020.

En el proceso de análisis de datos se utilizó el programa informático de ATLAS.ti V 8, el cual permitió la construcción de redes semánticas de cada uno de los grupos de categorías, pasando de un nivel textual a un nivel conceptual y altamente semántico. Las redes semánticas pueden estar compuestas por nodos y líneas, que indican la relación entre estas y las distintas configuraciones que se observan de los datos.

Estas redes semánticas según Watts y Strogatz (1998) citado por Garófalo (2010) logran rescatar las relaciones cognitivas que involucran el significado semántico de un concepto y el contexto en el que aparece la información conocida (p.116). Para la elaboración de esta Red Semántica se considera: la codificación de los documentos, el reagrupamiento de códigos; proceso flexible y no lineal que posibilita la elaboración de vínculos y relaciones entre categorías, y el uso de herramientas informáticas; un recurso que despliega visualmente los resultados cualitativos facilitando su descripción y análisis.

Para iniciar con el análisis de datos, se describe de manera general y desde los tres grupos de categorías el proceso constitutivo del análisis textual discursivo ATD, como una perspectiva analítica para la comprensión del desarrollo de las competencias investigativas descritas en la primera parte.

A continuación, se comparten los resultados obtenidos en cada una de ellas, bajo la técnica de análisis cualitativo ATD, que pretendió develar el sentido de describir, explicar, reflexionar y valorar los elementos semánticos a partir del lenguaje para comprender y producir significados.

Tabla 2. Resultados del análisis por cada categoría de análisis desde Análisis textual discursivo (ATD).

Grupo categoría de análisis	Análisis discursivo descriptivo	Análisis discursivo explicativo	Análisis discurso reflexivo	Análisis discursivo valorativo
Aprendizaje de conceptos asociados al CK.	Las habilidades de redacción en los foros, de la formulación de la hipótesis, la interpretación del caso clínico y las pruebas de entrada y salida, al igual, que la comprensión de vídeos, infografías, artículos y del estudio in sillico, incluidas en la Unidad Didáctica y desde una perspectiva descriptiva, evidenció una formación intermedia en la competencia investigativa que involucra reconocer, exponer y comunicar información e ideas de manera oral y escrita, orientada a conocer la profundidad del conocimiento práctico y a la intervención de propuestas o formas de actuación frente a los enunciados y a la problemática metabólica presentada.	Desde la semántica y la pragmática, se encuentra una organización con secuencias lingüísticas parciales y mecanismos de descodificación iniciales, evidenciando que muchas respuestas a actividades fueron dadas sin argumentación teórica, los enunciados propuestos no mostraban un constructo teórico relacionado a lo contextual y no se buscaba la comprensión de la interconexión del contenido pragmático. De esta forma no se genera una implicación amplia a los contenidos cognoscitivos y sociales que se encontraban en las actividades.	Los significados implícitos que requerían explicaciones que articularan el constructo teórico con las cuestiones sociales, son posibles encontrarlos de forma muy parcial en las diferentes respuestas o enunciados que se realizaron en la Unidad Didáctica, de esta forma la identificación total de ideas no fue realizada de manera clara o es necesario hacer el proceso de interpretación para poder comprenderlas. No se logra en su totalidad los procesos teóricos significativos de abstracción, interpretación o nuevos significados expuestos a los enunciados y el uso de nuevos referentes teóricos para dar explicaciones más acertadas.	Este análisis discursivo se ve afectado por el contexto vivencial de cada participante (subjetivo) ya que la interacción explicación/contexto/análisis/teoría/procesos socioemocionales del participante tiene influencia, debido a que llegan a alterar los procesos de aprendizaje. Estas valoraciones teóricas bajo la alteración metabólica y la construcción del significado del Ciclo de Krebs, un grupo significativo de estudiantes cumplen con juicios valorativos y de reflexión desde una postura crítica y fundamentada integrando el enfoque CTSA y las alteraciones metabólicas.
Desarrollo de competencias investigativas	Este análisis descriptivo es abordado desde el estudio de los recursos que dispone el lenguaje (palabra, argumentación y la gramática) para expresar un significado, analizándolo desde la producción discursiva de los y las estudiantes. Por lo que, en este caso, el desarrollo de las competencias investigativas comunicativa, de análisis, de pensamiento computacional y búsqueda de información fiable,	En este caso el desarrollo de las competencias investigativas, durante la ejecución de las actividades como los foros, la hipótesis y los instrumentos inicial y final, se evidenció que existe una poca explicación semántica y pragmática de los conceptos asociados al ciclo de Krebs desde el trastorno metabólico de la diabetes, dado que las explicaciones no interrelacionan diferentes contextos como el	El análisis textual reflexivo bajo las competencias investigativas no permitió en una parte de la muestra de la población la asimilación de contenidos bajo sus ideas previas o constructos teóricos, de esta forma no les fue permitido reconocer falencias y habilidades a fin de corregirlas o aplicarlas en actividades posteriores y no se lleva a cabo la articulación integral del	Durante el desarrollo de las actividades de la Unidad Didáctica, la competencia de trabajo en equipo estuvo implícita, por lo que esto permitió desarrollar un juicio de valor desde diferentes posturas. Además de esto se identificó a través de la prueba final que los y las estudiantes desarrollaron un análisis discursivo valorativo en un nivel intermedio, debido a que

	desarrollaron un nivel intermedio en la construcción de sus argumentos para asociar el CICLO DE KREBS con el trastorno metabólico de la diabetes, desde el estudio in silico de la mangiferina. Esto se evidenció en la construcción de la hipótesis, dado que no relacionaban el estudio computacional con las propiedades de la mangiferina para relacionarlo en el ciclo de Krebs, por lo que la construcción de análisis descriptiva es intermedia.	disciplinar, social y ambiental, de esta manera únicamente describen la información que estaba en la Unidad Didáctica, por lo cual el nivel de análisis explicativo fue inicial.	dominio de las habilidades investigativas con el constructo teórico y lo socio científico.	reflexionaron y desarrollaron posibles soluciones desde el tratamiento natural, el estilo de vida y la concientización de la importancia de cuidar nuestro cuerpo. Alrededor de las competencias investigativas de pensamiento computacional y búsqueda de información se evidencia una valoración baja, pues no hay confiabilidad, certeza y apropiación de estudios in silico al conocimiento pragmático.
Nivel de construcción conceptual	Desde este análisis se puede determinar que los y las estudiantes alrededor de las actividades de la Unidad Didáctica, desarrollaron un nivel intermedio en la construcción conceptual del asociar, relacionar y describir el ciclo de Krebs con sus conceptos asociados y el trastorno metabólico de la diabetes. Debido a que los recursos de la lengua expuestos en la redacción de la hipótesis, el instrumento inicial y final, dan a conocer que la construcción de sus argumentos se basó únicamente en la información que está en la Unidad Didáctica y no buscaron analizar o profundizar desde otras perspectivas disciplinares, sociales, medicinales y culturales. Además, muy pocos relacionaron la investigación in silico de la mangiferina con la diabetes dentro del ciclo de Krebs.	Los y las estudiantes desarrollaron un nivel inicial en la explicación de sus argumentos sobre preguntas relacionadas al Ciclo de Krebs, la diabetes, la mangiferina y demás temáticas abordadas en la Unidad Didáctica. Debido a que, no presentaron una relación entre el concepto y su significado (semántica y pragmática), no se desarrolló una construcción significativa del ciclo de Krebs desde la diabetes. Esto se evidencia, en los argumentos que desarrollaron en la prueba final para relacionar la acción de la mangiferina en el contexto del ciclo de Krebs y de las alteraciones metabólicas, como la diabetes, dado que solo describen conceptos, pero no se construía su significado, desde sus ideas propias.	En este caso desde el nivel de construcción sobre este análisis reflexivo, se evidencio que fueron muy pocos los que desarrollaron una crítica que generará reflexión sobre la acción de la mangiferina dentro del ciclo de Krebs alrededor de la diabetes. Debido a que no se expone un análisis desde un contexto fisiológico y social que permita asociar el efecto de este compuesto en personas que padecen esta enfermedad, para describir por qué podría afectar para bien o para mal la acción de este compuesto en el metabolismo. Sin embargo, solo se evidencia que sus argumentos se basan en artículos e información suministrada en la Unidad Didáctica.	El análisis discursivo valorativo expuso que la construcción conceptual estaba sujeta netamente a las ideas previas, a la información brindada en la Unidad Didáctica y parcialmente a los juicios de valor. Donde fue posible encontrar supuestos teóricos superficiales y supuestos empíricos que se combinaban para generar argumentaciones o justificaciones a las diferentes actividades, de igual modo, se ve afectado por variantes que lo limitan como lo es el espacio virtual, el tiempo propuesto para cada actividad, las cuestiones socioemocionales, entre otras, que no permitió trascender el conocimiento expuesto en la Unidad Didáctica.

Fuente: Autoras, 2020

En el trabajo de investigación se construye una adaptación del modelo de Categorías y Subcategorías Emergentes (CSE), este cuadro está constituido por cuatro columnas. La primera columna identifica la posición del fragmento de la cita, la segunda columna identifica los segmentos de texto que tienen algún significado, frases, párrafos que las investigadoras consideran importantes o interesantes, la tercera columna está destinada a la expresión de la subjetividad del investigador: es el lugar donde se consignan sus reacciones, emociones, preconcepciones, sensaciones y valoraciones que le suscita la realidad indagada (Garofalo, 2010, p. 51). La última columna busca identificar el enraizamiento de las categorías, es decir las citas que se tienen con esas categorías de análisis (Tablas 4,5 y 6).

7.1.1 Grupo de categorías Aprendizaje del ciclo de Krebs y conceptos asociados

Este grupo de categoría representa la parte teórica de la investigación, pretende facilitar la construcción de un constructo teórico del ciclo de Krebs en la estructura cognitiva de los estudiantes y los conceptos que nacen en asociación con él, que se encuentran relacionados a las vías metabólicas, alteraciones metabólicas y enfoque CTSA. A continuación, se exponen algunas de las citas abstraídas de las actividades a modo de ejemplo que son presentadas por los estudiantes a lo largo de la Unidad Didáctica, y analizadas en el compendio de citas (Anexo 3) desde la integración y la relación de conceptos con las subcategorías, observándose que en un grupo significativo de estudio hubo una desarticulación entre la teoría y las explicaciones que eran emitidas, mientras un grupo menor de estudiantes lograron llegar a un aprendizaje desde la organización, jerarquización, análisis, contextualización y las relación entre los supuestos empíricos y teóricos.

Tabla 3. Descripción de citas desarrolladas en las actividades de la Unidad didáctica, desde el grupo de categorías aprendizaje del ciclo de Krebs y conceptos asociados.

ACTIVIDAD	CITA	COMENTARIO	CATEGORIAS
Instrumento de entrada	Aunque el ciclo de Krebs es un proceso muy eficiente para la producción de energía, en algunos casos si se generan excesos que posteriormente se convierten en grasa.	Los excesos de alimentos y algunos otros factores, como la falta de hormonas o el desgaste de algunas enzimas producen alteraciones metabólicas, donde se pueden tomar rutas alternas metabólicas. MEMO: si la ingesta de combustible metabólico es mayor que el gasto energético el excedente se almacena como triaglicerol en el tejido adiposo lo que conduce a la obesidad, y si el consumo de combustible metabólico es menor que la energía, se usan las reservas de grasas y carbohidratos, lo que da pie a la emaciación y por último a la muerte.	-ALTERACIONES, TRASTORNOS Y ENFERMEDADES METABÓLICOS.
Instrumento de entrada	La mitocondria es la encargada de la respiración celular tanto en seres superiores como en plantas superiores; en los cloroplastos se realiza el proceso de la fotosíntesis.	Las vías metabólicas en la fisiología vegetal de la respiración de los carbohidratos pueden dividirse en cuatro etapas: la primera etapa comprende la degradación del almidón y la sacarosa obtenidos durante la fotosíntesis, para formar fructosa-6-fosfato. En una segunda etapa, la fructosa-6-fosfato es fosforilada a fructosa 1,6-bisfosfato, la cual es oxidada hasta piruvato a través de la vía glucolítica. En una tercera etapa, el piruvato entra en la mitocondria, donde es oxidado hasta CO ₂ por medio del ciclo de Krebs o ciclo de los ácidos tricarboxílicos, produciéndose la mayor parte del NADH mitocondrial. En la cuarta etapa, el NADH es finalmente utilizado por la cadena de transporte electrónico mitocondrial para producir ATP.	-GENERACIÓN, RESERVA Y CONSUMO DE ENERGÍA (GRE); METABOLISMO (M).
Instrumento de entrada	El ciclo de Krebs relacionado con la diabetes se asocian mediante el estrés oxidativo, el incremento en la concentración de la glucosa determina esos tipos de enfermedades sin embargo son pocas las que son consideradas de carácter oxidativo.	Se logra la integración de conceptos entre la alteración metabólica y el CICLO DE KREBS, haciendo mención que un factor determinante o inhibitorio del CICLO DE KREBS son los radicales libres. Es posible la identificación de un grupo de conceptos perteneciente al grupo de categoría de aprendizaje, relacionando la enfermedad metabólica, las causas y el CICLO DE KREBS. Desde la capacidad analítica describe y reconoce las causas de la diabetes, pero no se logra conocer una solución fundamentada teóricamente, ubicándose en un nivel intermedio.	-CAPACIDAD ANALÍTICA Y ARGUMENTATIVA (H2). -MODIFICACIÓN METABÓLICA. -ASOCIACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE CONCEPTOS ASOCIADOS AL CK (AC).

			-ALTERACIONES, TRASTORNOS Y ENFERMEDADES METABÓLICOS.
Foro 2	Las personas que están más expuestas a los contaminantes atmosféricos, son las personas que presentan patologías relacionadas al desequilibrio del cuerpo, cuando una persona presenta patologías respiratorias o que su sistema inmune se ve afectado puede ser más fácil que presente cierta fragilidad a los contaminantes, la OMS organización mundial de la salud, menciona en su informe que es sumamente urgente invertir en estrategias que reduzcan los riesgos ambientales en las ciudades, hogares y lugares de trabajo.	Enfoque CTSA- Se evidencian los impactos socioambientales del progreso científico y de los valores y contextos socioambientales a los que se ven afectados en mayor proporción personas que presentan patologías.	-ALTERACIONES, TRASTORNOS Y ENFERMEDADES METABÓLICOS. -HABILIDAD INVESTIGATIVA.
Hipótesis	Si la cantidad de insulina producida por el páncreas no es suficiente, no le será posible al intestino delgado realizar el desenvolvimiento de todos los polisacáridos y oligosacáridos, por lo que se generarán picos altos de glucosa en la sangre ocasionando la diabetes	En este enunciado se expresa de manera incorrecta el trabajo que realiza el intestino delgado, debido a que este, únicamente realiza la absorción de los monosacáridos, dado que antes se realizó la hidrólisis por parte de las enzimas alfa amilasa y alfa glucosidasa. Por lo cual, no se encarga del desenvolvimiento de los polisacáridos y oligosacáridos. Esto no genera el pico alto de glucosa en la sangre, dado que este pico se genera al no producirse la cantidad de insulina necesaria para permitir que la glucosa entre en la célula, lo que ocasiona el aumento de glucosa en la sangre.	-ENUNCIADO INCORRECTO (EI)

Fuente: Autoras, 2020.

El grupo de citas se escoge para dar una muestra general de la aplicación de la Unidad Didáctica, ya que abarca desde el conocimiento empírico y no relacionado hasta un aprendizaje que implica un constructo teórico.

Esta construcción de conceptos del ciclo de Krebs y de los conceptos asociados a él, se analiza desde la decodificación de las diferentes respuestas dadas a las actividades por parte de los estudiantes y a partir de la teoría escrita por los expertos, esquematizada en fragmentos explicativos que permiten la reflexión preliminar sobre las ideas de los estudiantes, y que son contextualizadas y comparadas por las investigadoras en forma de Memos (Anexo 2), con el fin de identificar las diferentes relaciones construidas desde el instrumento inicial hasta la aplicación del instrumento final. Las relaciones se establecieron desde la combinación de un saber teórico, un saber empírico y un saber fundamentado, partiendo de ideas previas y concepciones recurrentes a lo largo de la investigación.

Este conocimiento se logra contextualizar parcialmente con el enfoque CTSA, desde las diferentes categorías, evidenciando los diferentes caminos resolutivos que tomaban los estudiantes para relacionar elementos teóricos con cuestiones sociales, en relación de las categorías de alimentación y nutrición, metabolismo y hábitos alimenticios, alrededor del enfoque CTSA, como se puede reflejar en la red semántica uno (Ilustración 13). La mayoría de estudiantes parten de la idea de la alimentación y la nutrición, de los hábitos alimenticios, del estilo de vida, de la pérdida de energía y del metabolismo como situaciones dependientes del enfoque CTSA, debido a que se puede identificar a lo largo de la aplicación de la Unidad Didáctica ideas como que “la pérdida de energía sólo depende de la glucosa y que es condicionada por los hábitos alimenticios, el estilo de vida actual del paciente o la resistencia que presenta a la insulina, por efectos hereditarios o adquiridos en parte por problemáticas ambientales”.

Para sustentar esta afirmación se toma el modelo del camino resolutivo desarrollado por Garofalo (2010) para la reconstrucción conceptual de los estudiantes como estrategia para organizar sus respuestas, este camino resolutivo permite conocer en una situación problemática evidencias empíricas sobre sus formas de enfocar el problema, los razonamientos, o los caminos asociativos que emplean en dicha resolución. Analizar las expresiones verbales permite representar secuencialmente en unidades semánticas la información expresada por el estudiante (Conocimiento declarativo) (p. 116).

A continuación, se ejemplifica un camino resolutivo general, en el que se evidencian relaciones lineales y cruzadas, que suscitan en los estudiantes respuestas a una problemática en el que podrían verse construidas un conjunto de proposiciones generadas espontáneamente, que se vinculan mediante líneas o flechas, para marcar el sentido del camino cognitivo utilizado al responder (Garofalo, 2010, p.116)

Alimentación → Hábitos → Metabolismo → Nutrición → Enfoque CTSA → Alteración metabólica → Acción pancreática → Pérdida fuente de energía.

Esta relación se puede observar en el grupo de categoría 1, que se encuentra relacionado a 66 citas correspondientes a la categoría CTSA, de un total de 590 (Anexo 4), lo cual refleja que un grupo de estudiantes es capaz de realizar un análisis discursivo valorativo, en la formulación de posturas críticas frente a las alteraciones metabólicas como consecuencia de problemas alimenticios, ambientales y sociales, que son fundamentadas de forma teórica. Cabe resaltar que no se genera una relación del conocimiento bioquímico con el impacto fisiológico que desencadena la hiperglucemia y que puede conllevar a la difusión mitocondrial, como lo enuncia Petersen, et al. (2004) es decir, no se logra contextualizar e interiorizar en los estudiantes que la mitocondria al ser la central de energía en las células se ve estimulada o alterada de acuerdo a la liberación de insulina, puesto que su liberación en diferentes tejidos y órganos promueve la producción óptima del ATP y estimula vías metabólicas específicas.

Ahora bien, desde el aprendizaje de los conceptos se puede observar que algunas de las respuestas a los enunciados y las explicaciones teórica dadas no hacían parte de la explicación pedida, se encuentran 99 citas correspondientes a enunciados incorrectos, es decir que, aunque daban argumentación no tenían claridad conceptual. Para ejemplificar esto en el instrumento de entrada (Anexo 12) se les pedía comentar la acción de la insulina sobre la inhibición de alguno de los pasos de CK, evidenciando respuestas correspondientes a la función de la insulina y no propiamente a si la insulina tenía acción en alguna enzima o en algún paso del CICLO DE KREBS. Reflejando que, aunque se conoce el significado del concepto o del proceso, se realiza de forma parcial las relaciones que estos tienen, no se encuentran a gran escala un proceso de contraargumento, refutación, contradicción y análisis profundo que sea basado en diferentes autores o alguna justificación.

Los mapas conceptuales construidos o completados también dan cuenta de este aprendizaje conceptual, en el mapa conceptual correspondiente al instrumento de entrada que se evaluó bajo la rúbrica evaluativa (Anexo 5) se puede evidenciar que, aunque se cumplía con el número de conceptos que se pedía utilizar no se hacía de manera jerárquica y relacional, confundiendo su estructura con organigramas o diagramas de flujo (Anexo 6). En una muestra poblacional significativa se encuentra que el uso de relaciones cruzadas y conectores es escaso y dificulta la escritura de proposiciones a partir de la lectura de él, siendo un indicador de que el proceso de la organización y de la priorización no es óptimo y dificulta identificar ideas y visualizar patrones e interrelaciones conceptuales. Por otro lado, en lo correspondiente a la adición de conceptos que se creían necesarios que fueran diferentes a los propuestos en la prueba, se encontró un uso muy bajo de estos, no relacionando el conocimiento preexistente con los conceptos generales escogidos. Para Ausubel & Novak (1978) citado por Moreira (1997), “El aprendizaje sin atribución de significados personales, sin relación con el conocimiento preexistente, es mecánico, no significativo. En el aprendizaje mecánico el nuevo conocimiento es almacenado de manera arbitraria y literal en la mente del individuo”.

Para el mapa conceptual correspondiente a la primera fase (Ilustración 12), que tenía como objetivo categorizar los procesos o conceptos por colores diferentes, organizar conceptos propuestos y expresar ideas desde la teoría de forma clara, en un esquema preestablecido. La relación entre el color y la identificación del proceso no fue adecuada, la mayoría de la población muestral no logró la relación entre estos dos factores. Desde otro criterio de evaluación, la posición de los conceptos logra una óptima interpretación de la mayor parte de la población muestral, generando ideas óptimas abstraídas de los dos vídeos (Anexo 7).

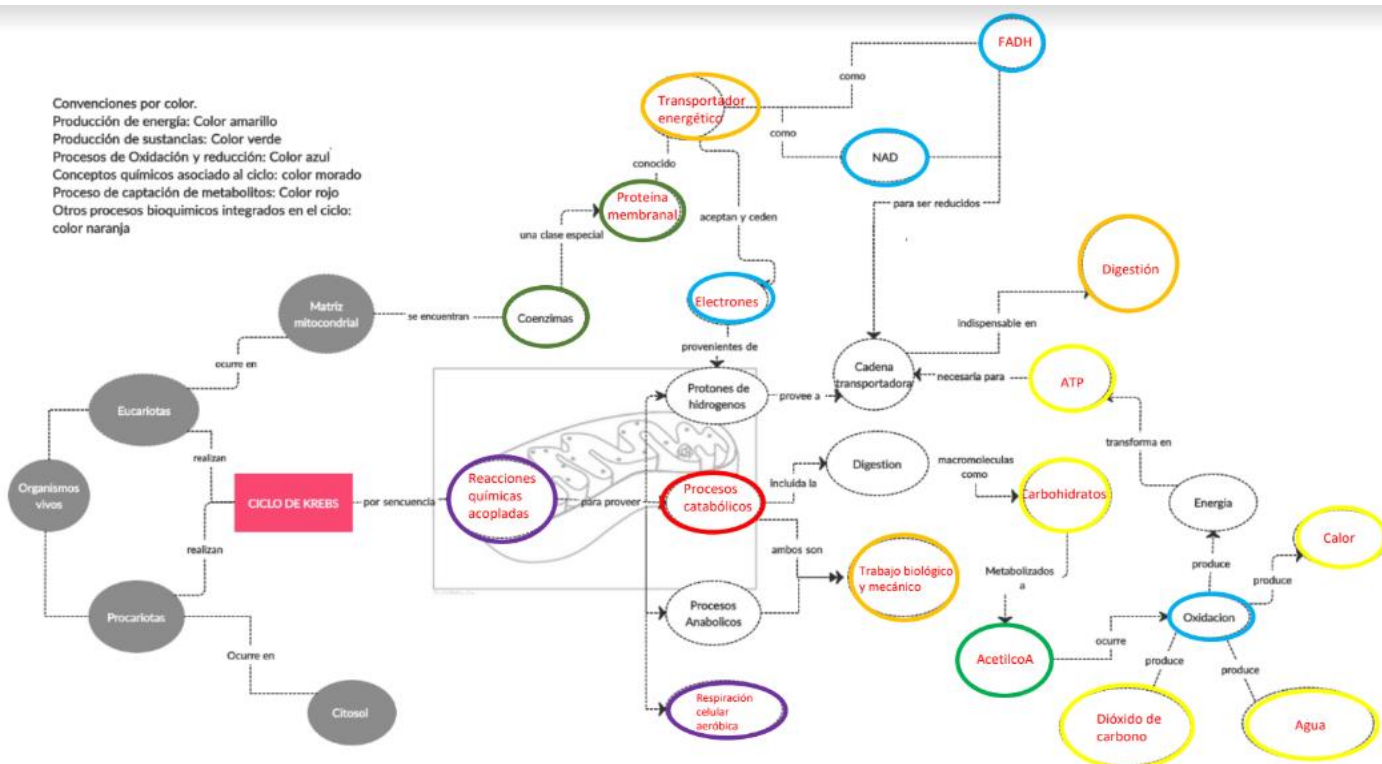
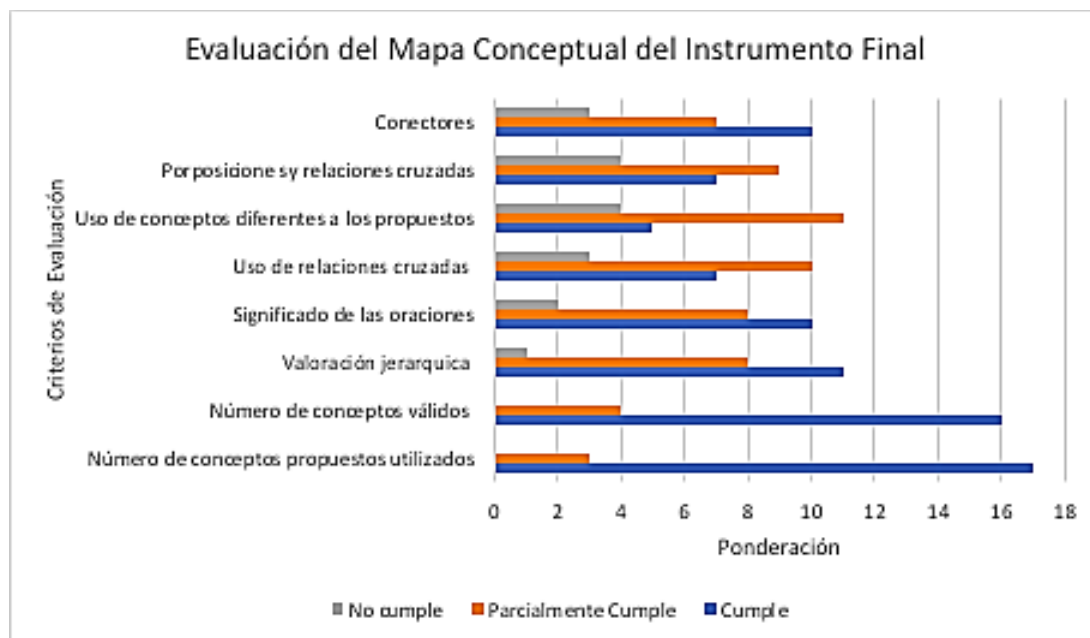


Ilustración 12. Mapa fase 1, desarrollado por un estudiante.
 Fuente: Autoras, 2020.

Con respecto a la construcción final de mapas conceptuales, se encuentra en el respectivo instrumento final, que un grupo significativo de estudiantes logró cumplir con la mayoría de los criterios evaluativos expuestos por la rúbrica, es adaptada del modelo aportado por Miller & Cañas (2008), la cual propone un modelo de evaluación doble, haciendo una diferenciación del análisis topológico (estructura) y un análisis semántico (contenidos) del mapa conceptual, y, los criterios evaluativos adaptados de Rodríguez (2017), de esta forma se evidencia un uso mínimo de 15 conceptos, una valoración jerárquica y uso de conectores, sin embargo, el uso de relaciones cruzadas al igual que los conceptos adicionales diferentes a los propuestos estuvo en un nivel bajo.



*Gráfico 1. Evaluación de mapa conceptual del instrumento Final.
Fuente: Autoras, 2020.*

Es así que 3 de los 24 estudiantes cumplieron con todos los criterios de evaluación, (Número de conceptos propuestos utilizados, número de conceptos válidos, valoración jerárquica, significados de oraciones y conectores, proposiciones y relaciones cruzadas, uso de conceptos diferentes a los propuestos y uso de relaciones cruzadas) (Gráfico 1), mientras 4 estuvieron en un nivel intermedio con respecto a los criterios evaluativos, 10 estudiantes mostraron falencias a nivel de la construcción del mapa conceptual final, por lo tanto, fue posible seguir identificando organigramas o diagramas de flujo después de culminada la aplicación de la Unidad Didáctica (Ilustración 13), finalmente 7 estudiantes no hicieron entrega del instrumento final, por lo que no fue posible evaluar su nivel de construcción conceptual.

Niveles de construcción conceptual Mapa conceptual fase

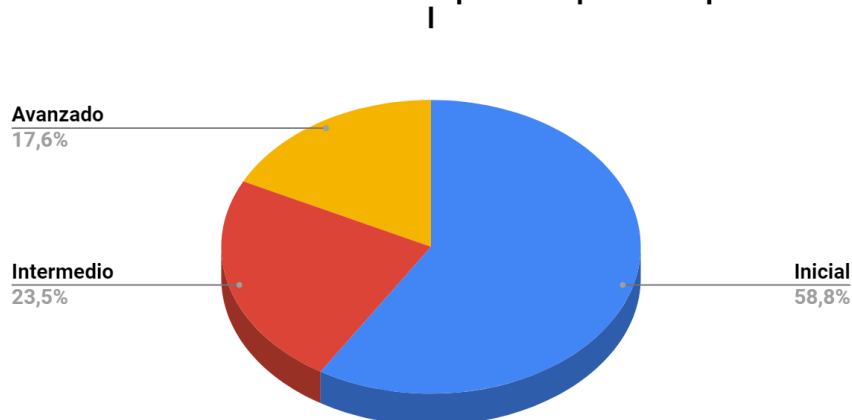


Gráfico 2. Niveles de construcción conceptual del Mapa conceptual fase 1.

Fuente: Autoras, 2020.

Se plantean tres escalas que posibilitan evaluar el nivel de desarrollo y de construcción conceptual (inicial, intermedio y avanzado) del Ciclo de Krebs y de sus conceptos asociados. Se refleja en la elaboración de dos mapas conceptuales un proceso de conceptualización de diferentes niveles de pensamiento en los estudiantes, el nivel avanzado demuestra una estructura organizada del mapa, una relación jerárquica entre conceptos, que emplean criterios de supra ordinación y generan proposiciones que permiten visualizar la ruta resolutive usada para esquematizar el tema del Ciclo de Krebs; el segundo grupo correspondiente al nivel intermedio, logra un pensamiento de orden superior, identificando posiciones de superioridad, anterioridad e inferioridad, y, de generación de proposiciones parciales, que no estructuran de forma clara un significado correcto de los conceptos, ya que en algunos casos no logran hacer uso de unidades semánticas que concreten el significado del concepto siguiente con el concepto anterior haciendo uso de conectores, dando la impresión de encontrar conceptos sueltos que no expresan ninguna idea y que se desconoce su significado; y el nivel inicial logra la identificación de conceptos de una manera relacional pero de menor jerarquía, no se realiza un proceso analítico de organización de conceptos y de relaciones lógicas, es decir, los conceptos son presentados en una manera ordenada, sin embargo no usa ningún conector en la construcción del mapa, por lo que no logra establecerse proposiciones, dejando los conceptos sueltos sin dar significado (Gráfico 1). Por lo que se ubica a más de la mitad de los estudiantes en un nivel de construcción conceptual inicial (Gráfico 2), los cuales emplean conceptos químicos sostén que evidencian sus conocimientos básicos de la bioquímica y que logran plasmar en un mapa conceptual.

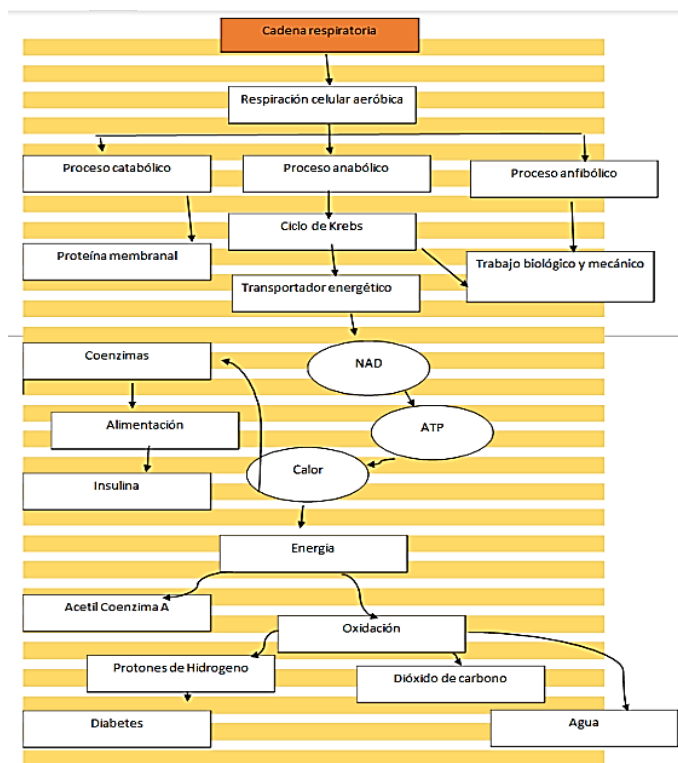


Ilustración 13. Organigrama presentado en el instrumento inicial.
Fuente: Autoras, 2020.

Estos mapas tuvieron su evaluación de forma individual logrando relacionar uno a uno los criterios y la escala evaluativa, lo que permitió hacer análisis en conjunto e individual de cada estudiante. Se evidencia de manera específica y grupal la adquisición y relación de los conceptos asociados al ciclo de Krebs, desde la construcción de relaciones y proposiciones (Anexo 9). Estas proposiciones se construyen en el contexto de definiciones de metabolismo, catabolismo, anabolismo, generación de energía, producción de sustancias, reacciones de óxido-reducción y rutas bioquímicas asociadas (cadena transportadora de electrones). A modo de ejemplo se muestra la transcripción de algunos mapas conceptuales de estudiantes y en los que son posibles de identificar, los caminos resolutivos que estructuran para la resolución de la actividad solicitada y la generación de proposiciones en los mapas conceptuales.

Mapa 1: Ciclo de Krebs aprovecha la degradación y/o desintegración por medio de la digestión de moléculas complejas a moléculas simples y finalmente a Acetil coenzima A a través de un proceso catabólico - Ciclo de Krebs aprovecha la degradación de los alimentos mediante la oxidación para la obtención de energía empleada en trabajo biológico, trabajo mecánico.

Mapa 2: Digestión carbohidratos matriz mitocondrial acetil coenzima A agua coenzimas agua NAD FADH Protones de hidrogeno Dióxido de Carbono Energía Transportador energético cadena respiratoria ATP.

Mapa 3: El ciclo de Krebs forma precursores de biomoléculas por vía anfibólica, es decir, proceso catabólico y anabólico. Este es una ruta metabólica dada en la matriz mitocondrial, forma parte de la respiración celular aeróbica donde se puede producir NAD y FAD convirtiéndose en protones de hidrógeno en FADH y NADH. En esta se libera energía por oxidación del acetyl coenzima A en H₂O, CO₂ Y ATP.

Lo correspondiente a las actividades realizadas por grupos de trabajo se encuentra el “laboratorio de extracción y cuantificación de mangiferina” adaptado de Forero y Pulido (2016), cuyo objetivo era realizar los cálculos de la concentración de la mangiferina presente de una muestra de hojas de café y realizar una lista de instrumentos que se requerían para este proceso de extracción. Se encuentra que, en el criterio de unidades químicas adecuadas a expresar el resultado, no es óptimo en 4 de 6 grupos debido a que influía el uso correcto de la interpretación de las diluciones, el descarte de datos para la construcción de la curva de calibración y el reporte en mg Mangiferina/100 g de hojas de café, parámetros que no se tuvieron en cuenta en el reporte de resultados. Por otro lado, el procedimiento que comprende la lectura de las muestras patrón y de la muestra problema fue óptimo en todos los grupos (Anexo 10).

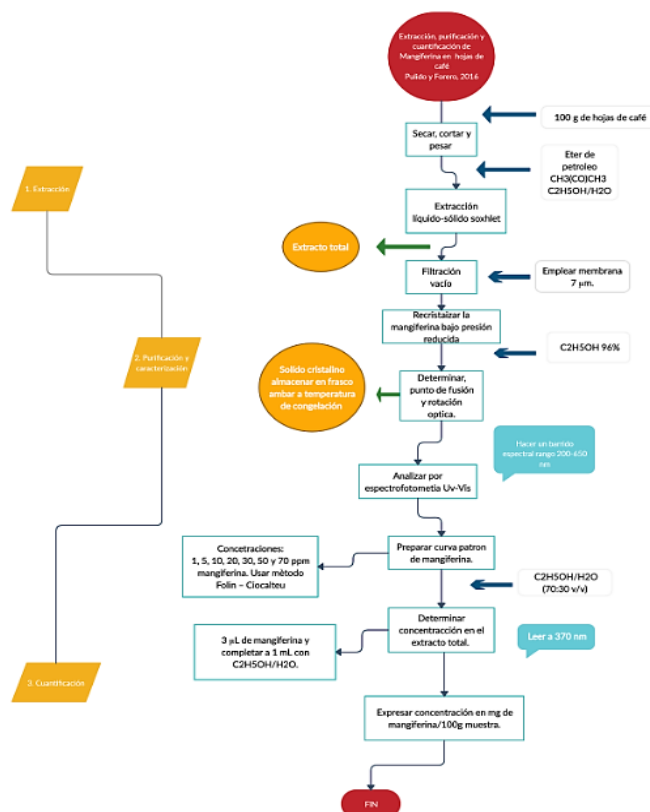


Ilustración 14. Diagrama de flujo del Laboratorio de extracción y cuantificación de Mangiferina.
Fuente: Adaptado de Forero y Pulido, 2016

[illegible]

Fuente: Autoras, 2020.

15

energéticos del estudio in silico, artículos propuestos como bibliografía recomendada, tema de foros, historieta, caso clínico y videos introductorios, encontrándose que la mayoría de los estudiantes no construyen hipótesis propias o con un valor teórico considerable que respaldara dicha propuesta, de esta manera se encontraron enunciados incorrectos y sin construcción cognitiva, errores conceptuales, una baja integración de la información de la Unidad Didáctica, parafraseo de las infografías y no se hizo uso del lenguaje computacional químico para la interpretación de los datos obtenidos de los docking moleculares, como la constante de inhibición y la energía de atraque o de unión (Ilustración 16). Finalmente, se logra identificar que el análisis del problema se hacía desde la identificación de la alteración metabólica, pero no se logró conseguir una solución hacia esta.

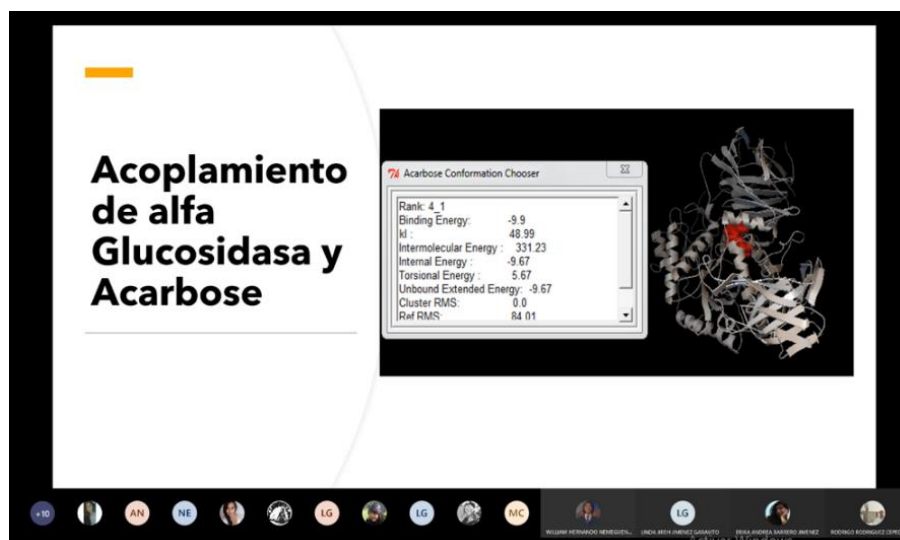


Ilustración 16. Energía de acoplamiento de alfa glucosidasa y acarbose.
Fuente: Autoras, 2020.

Como resultado se observa en el gráfico 1 el enraizamiento por códigos del primer grupo de categorías, siendo la extensión de la barra la frecuencia simple de la categoría a lo largo de la aplicación de la Unidad Didáctica. Se evidencia que “alteración, trastornos y enfermedades metabólicas” es la categoría que mayor frecuencia obtuvo con 108 repeticiones, esta categoría refiere a un desequilibrio en el organismo, en donde son posibles rutas metabólicas alternas que no permiten un proceso óptimo de generación de energía y promueven la síntesis de nuevas sustancias perjudiciales para la salud, siendo un indicador de identificación de la situación problema en la Unidad Didáctica por parte de la muestra poblacional y del reconocimiento de situaciones metabólicas alternas. Como segunda categoría se ubica la categoría “alimentación y nutrición” con 57 repeticiones, que constituye el aprovechamiento de los alimentos, con el fin de obtener nutrientes, vitaminas y minerales para el cuerpo humano, siendo una condición directa para las alteraciones y su modulación metabólica. Una tercera categoría que hace referencia

a la Acción Pancreática con 56 repeticiones que tiene como propósito codificar las ideas que surgen de los conceptos vinculados a la producción de Insulina, sus características y cómo esta influye en el metabolismo con su acción reguladora dentro de procesos metabólicos como la glucólisis y lipólisis. Como cuarta categoría más citada se encuentra “Enfoque CTSA” con 52 repeticiones, y evidencia afectaciones por la alimentación y la nutrición, el modo de vida saludable, hábitos alimenticios y condiciones de vida. Este gráfico es una muestra de las prioridades conceptuales y empíricas esquematizadas por el grupo poblacional.

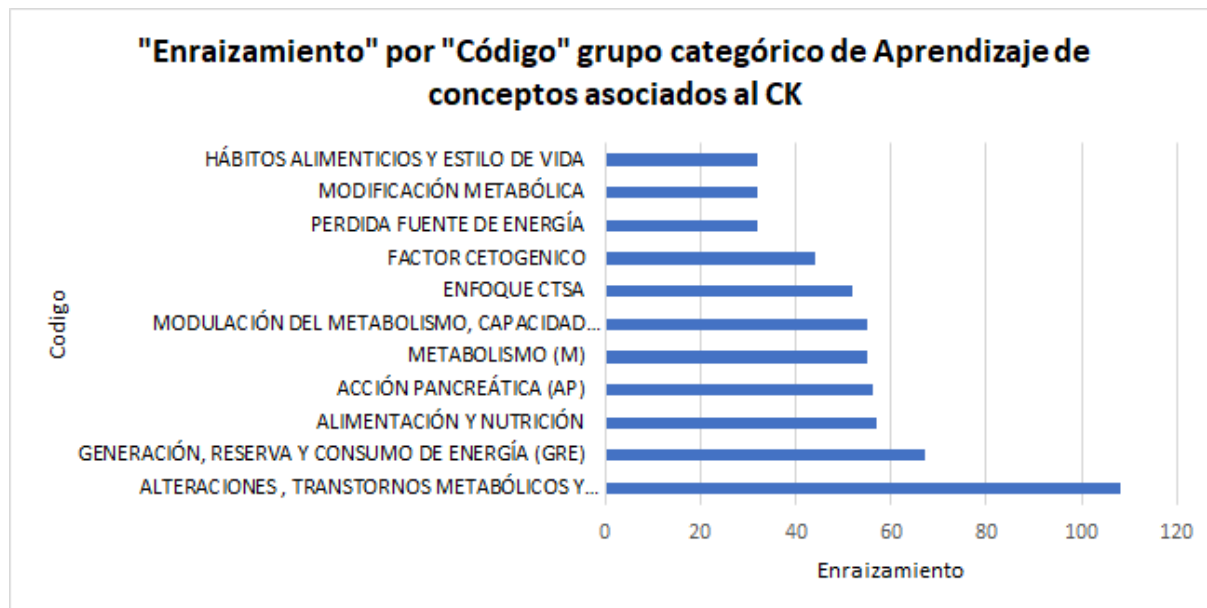


Gráfico 3. Enraizamiento por códigos del primer grupo de categorías.
Fuente: Autoras, 2020.

7.1.2. Grupo de categorías Desarrollo de Competencias Investigativas

Para efectos de la investigación, este grupo de categorías de análisis comprende un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes, que buscan desarrollar capacidad analítica y argumentativa, un razonamiento crítico y reflexivo, la comunicación y propiciar el trabajo en equipo, con la finalidad de generar una interrelación entre los contextos científicos, sociales y tecnológicos propuestos en la investigación. De esta manera, se integran las categorías de análisis que envuelven las competencias investigativas que se pretenden alcanzar en el desarrollo de la Unidad Didáctica y se especifican las subcategorías de análisis que detallan los conceptos y argumentos que definen dichas competencias, para identificar su posible desarrollo o no.

En este grupo de categorías se ejemplifica la parte de la investigación que busca desarrollar y construir un aprendizaje de los conceptos asociados al ciclo de Krebs,

evaluado desde cinco competencias investigativas enunciadas de H1 a H5 como apriorísticas y de H6 a H10 como categorías emergentes.

En esta categoría se pretende resaltar la inferencia de estas habilidades investigativas, de tal manera que se toman seis de las citas más representativas a criterio de las investigadoras, en donde se puede evidenciar un desarrollo óptimo, y, por otro lado, una adquisición baja de dichas competencias.

Tabla 4 . Descripción de citas desarrolladas en las actividades de la Unidad Didáctica, desde el grupo de categorías desarrollo de competencias investigativas.

ACTIVIDAD	CITA	COMENTARIO	CATEGORÍAS
Foro 1	En conclusión y según lo anterior, yo considero que estas nuevas sustancias generadas en las alteraciones metabólicas no son capaces de brindar solución a enfermedades, todo lo contrario, estas sustancias generan mayor alteración de los procesos metabólicos como se decía anteriormente, se produce una cadena de alteraciones metabólicas, lo cual quiere decir que realmente estas alteraciones no brindan una solución a las enfermedades, sino todo lo contrario, ya que realmente están desequilibrando los procesos naturales del cuerpo, y esto no está bien, el cuerpo tiene un orden y un equilibrio en estos procesos metabólicos para el correcto funcionamiento de los órganos del cuerpo, lo que al final conserva o no la salud de cada individuo.	Capacidad comunicativa intermedia, brinda solución a la pregunta del foro y plantean una postura de las posibles repercusiones en la salud, pero el nivel de argumentación y análisis es inicial, puesto que no se construye una interpretación real del posible desequilibrio que puede presentarse en situaciones de alteración metabólica. Describe las causas del problema, pero no las fundamenta teóricamente, ubicándose en un nivel intermedio. Se organiza la información parcialmente, elaborando enunciados breves enlazados y logra relacionar un desequilibrio metabólico con problemas de salud.	-ALTERACIONES, TRANSTORNOS, ENFERMEDADES METABÓLICAS. Y -CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1). -METABOLISMO (M). -NO HAY TRABAJO EN EQUIPO.
Foro 2	Es irónico, pero lo que las hace peligrosas es precisamente su tamaño, pues al estar cargadas de metales tóxicos pueden penetrar muy fácil a los pulmones y así al torrente sanguíneo. Estando en nuestra sangre pueden pasar a diferentes órganos y causar su inflamación. ¿El riesgo? Esta es una condición que favorece la resistencia a la insulina que con el tiempo puede afectar al páncreas que no puede bombear toda la insulina para compensar y así es como se adquiere la diabetes.	Capacidad comunicativa y analítica suscitada por el desarrollo científico y tecnológico con respecto al aumento de las cifras de diabetes. Se evidencia en los estudiantes como futuros ciudadanos el desarrollo de actividades cognitivas complejas que les permite tomar decisiones de manera responsable.	-ACCIÓN PANCREÁTICA (AP) -ENFOQUE CTSA. -CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1)
Foro 2	Si bien las estadísticas reportan incremento de personas que padecen de diabetes y en especial la población infantil, éstas más originadas por desórdenes alimentarios y la falta de ingesta de carbohidratos y dulces como caramelos, chocolates	No hay consenso entre el aumento de diabetes y la contaminación ambiental. Se evidencia capacidad analítica y argumentativa intermedia, que permite brindar una respuesta a la pregunta del foro, contra argumentando la tesis del foro, sin embargo, no tiene un	-CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1). -ENFOQUE CTSA.

	entre otros, que por factores como el de exposición a la contaminación, es decir desde el punto de vista de las investigaciones la contaminación como vector que pueda producir diabetes requiere de más estudios, ya que si fuese las condiciones de la calidad del aire un factor que aumente las probabilidades de padecer diabetes en el futuro toda la población estaría condenada a padecer lo que no se ha visto en los últimos años.	sustento que les permita defender su postura de no consenso. Se evidencia una exposición de justificaciones respaldadas, de posturas y creencias, no obstante, la mayoría de las estudiantes mantuvieron bajos niveles de argumentación pese a las condiciones favorables para su desarrollo, lo cual evidencia que este proceso es complejo y es necesaria la búsqueda de fuentes que permita defender su postura.	
Foro 2	Es importante establecer un balance entre la protección del medio ambiente y la reducción del uso de los COP, teniendo en cuenta que estos últimos son necesarios para optimizar diferentes procesos desarrollados tanto en la industria como en otros escenarios.	Se evidencian actitudes desfavorables hacia la Química y hacia la industria química, y se asocia al desarrollo tecnológico y científico como los responsables de los culpables del deterioro del medio ambiente. Se relaciona la naturaleza socioeconómica de países en auge industrial con el conocimiento científico y la relación CTSA respecto a la incidencia de contaminantes atmosféricos. Se sugiere una necesaria optimización de los procesos industriales para el cuidado del medio ambiente.	-CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1) -ENFOQUE CTSA.
Taller Ambientech	La inactivación de la hormona de la insulina, producida y secretada en el páncreas pausa su producción y limita el metabolismo, por lo que, al no transportar la glucosa del torrente sanguíneo a nivel celular, se altera el proceso de glucólisis y la producción de ácido pirúvico. La insulina contiene 51 aminoácidos y una estrecha vinculación con los procesos enzimáticos del ciclo de Krebs y la oxidación de las grasas. Esta hormona tiene una importancia fundamental en la regulación del metabolismo de las grasas y es el principal factor anticetogénico, además de tener un papel fundamental en la lipogénesis	Se identifica la inactivación de la insulina como la responsable de limitar el buen funcionamiento del metabolismo. El grupo de trabajo consolida sus ideas de una manera clara y coherente, y analiza las posibles consecuencias que conlleva la falta de producción de insulina y el bajo transporte de glucosa a la célula. Refiere a los conceptos vinculados en la producción de la hormona Insulina, sus características y cómo esta influye en el metabolismo, con su acción reguladora dentro de procesos metabólicos como la glucólisis y lipólisis. MEMO: EL OXALACETATO SE FORMA DEL PIRUVATO	-ACCIÓN PANCREÁTICA (AP) ALTERACIONES, TRANSTORNOS Y ENFERMEDADES METABÓLICAS. -DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS ASOCIADOS AL CK (DC). -FACTOR CETOGÉNICO. -GENERACIÓN, RESERVA Y CONSUMO DE ENERGÍA (GRE). -METABOLISMO.

Caso clínico	Glucemia: El paciente presenta niveles de glucemia muy altos, considerando que el rango máximo es de 100 mg/dL y los valores reportados son de 423 mg/dL, un nivel muy alto de azúcar en sangre (hiperglicemia). Los síntomas de poliuria, polidipsia, nicturia se podrían relacionar con la glucemia; puesto que los pacientes con altos niveles presentan mucha sed, ganas de orinar con frecuencia, fatiga, latidos cardíacos acelerados y confusión. Ante niveles manifiestamente altos, puede acaecer la pérdida de consciencia (coma diabético) que es un motivo de alarma que debe requerir atención médica urgente.	Se evidencia un trabajo colaborativo que permitió la interpretación y el análisis del resultado clínico del paciente. La capacidad comunicativa se clasifica en un nivel alto, pues interpreta el valor suministrado, se tienen en cuenta las unidades de medida y se argumentan los síntomas descritos en la historia clínica como los esperados ante una diabetes avanzada y descontrolada.	-ACCIÓN PANCREÁTICA (AP). -ALTERACIONES, TRANSTORNOS Y ENFERMEDADES METABÓLICAS. -CAPACIDAD ANALÍTICA Y ARGUMENTATIVA (H2). -CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1).
---------------------	--	--	---

Fuente: Autoras, 2020.

En este grupo de categorías de análisis se refleja el nivel de desarrollo de las cinco competencias investigativas seleccionadas desde los diversos niveles de significación que se construyen con las formas lingüísticas y en las prácticas comunicativas de las diversas realidades que se transmiten (Morales, 2011). De la interpretación de datos y bajo los gráficos obtenidos a partir de la rúbrica evaluativa de competencias investigativas se puede apreciar un desarrollo parcial en las competencias de forma muy general. La competencia uno (H1), según la rúbrica de evaluación diseñada (Anexo 5), se podría ubicar en un nivel intermedio, pues hace referencia a la organización parcial de los conceptos asociados al Ciclo de Krebs, donde se elaboran enunciados breves, enlazados por conectores simples que manifiestan un relativo control gramatical, sin embargo las formas lingüísticas usadas (la semántica y la pragmática) no permitieron hacer descripciones ni comunicar de forma clara la relación constante entre la captación de glucosa y la producción de insulina, acaeciendo en el desencadenamiento de rutas metabólicas que reflejan su actividad regulatoria y enzimática en distintos tejidos y órganos.

Capacidad Comunicativa (H1)

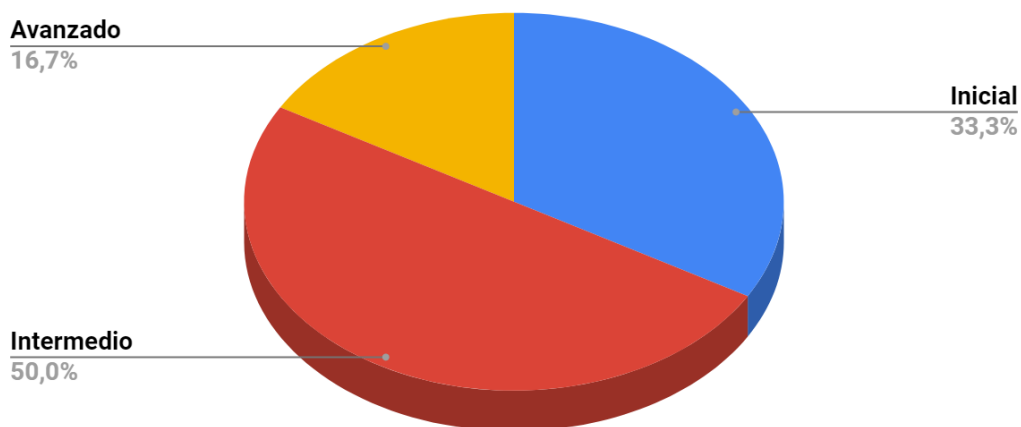


Gráfico 4. Niveles evaluativos de la inicial al avanzado Capacidad Comunicativa (H1)
Fuente: Autoras, 2020.

Se reconoce de manera parcial que el insumo carbonado que ingresa al Ciclo de Krebs, puede ser proporcionado por moléculas orgánicas diversas (glucosa y ácidos grasos) que finalmente se convierten en Acetil-coA. Se evidencia una interconexión entre distintas vías metabólicas a fin de asociar las distintas alteraciones metabólicas que puede sufrir el organismo (cetogénesis, glucólisis, lipólisis), es recurrente las ideas que identifican la pérdida de energía como una de las consecuencias de la enfermedad padecida, sin embargo, no fue posible abstraer el mecanismo que permite llegar a esa conclusión.

Por medio de la actividad del foro 1 y 2 se buscó un espacio que expusiera información nueva, que plantea preguntas e incentiva el análisis, la reflexión y la crítica. Desde esta perspectiva se asumen tres principios fundamentales para analizar la interacción comunicativa desarrollada en los foros desde un punto de vista textual-discursivo (Linell, 1998; Marková y Linell, 1996 citado de Morán y Álvarez 2012, p. 55): La Secuencialidad que se tiene de la intervención de un grupo, la Construcción Compartida, en donde el lenguaje usado en la comunicación tiene una visión social, y la Dependencia de la Actividad, delimitando las secuencias que emplea el estudiante para el discurso en el contexto de la actividad. Según esta perspectiva, se puede analizar las acciones que propone realizar el participante (cambio de hábitos alimenticios, calidad de vida, condiciones de vida) y, los recursos y las estrategias empleados para ello. Se reconoce que la mayoría de los grupos tienen un patrón para la escritura de la intervención del foro, que enuncian conceptos como catabolismo, anabolismo y metabolismo, para referirse a las alteraciones metabólicas como consecuencia de la falta de producción de insulina en el cuerpo, además describen, reconocen e interrelacionan un conjunto de contenidos conceptuales y procedimentales en un nivel Intermedio (enzimas, reacciones de óxido-reducción, energía) para dar respuesta a las preguntas de los foro, siendo implícito el conocimiento científico y disciplinar adquirido en el desarrollo de su carrera.

Las intervenciones dan respuesta a las preguntas orientadoras de los foros, sin embargo, no se logra evidenciar un trabajo en equipo y una visión social que permitiera una alta interacción de los integrantes del grupo, en donde se esperaban consensos, agrupación de ideas y posibles debates, a fin de lograr una consolidación de argumentos, pues la escritura de dichas respuestas fueron redactadas en primera persona y sin tener en cuenta el diálogo a priori que se esperaba entre los integrantes del grupo. Se obtienen respuestas cortas, sin elaboración profunda y una estructura lineal que deja entrever la secuencialidad resolutiva usada.

Se evidencia desde el Análisis Textual del Discurso, un análisis descriptivo, explicativo y reflexivo (Tabla 2. Analizado desde la actividad de los foros, hubo grupos que lograron plasmar los conocimientos nuevos y la aplicación de estos, para la construcción de posturas que se ven reflejadas en acciones que realizan los estudiantes, como lo son respuestas de afirmación, confrontación, sugerencia y no consenso ante la problemática planteada. Así mismo, algunos grupos desarrollaron capacidad argumentativa y analítica (H2) al plasmar en sus respuestas sus pensamientos y razonamientos, Garofalo, 2010 refiere que “Analizar las expresiones verbales de un sujeto mientras resuelve una situación problemática puede mostrar evidencias empíricas sobre sus formas de enfocar el problema, los razonamientos, o los caminos asociativos que su mente emplea en dicha resolución” (p. 115).

A partir de las actividades de los foros, especialmente el segundo, se asocian los impactos socioambientales del progreso científico con los valores y actitudes generados en los estudiantes ante una visión de progreso, en la que se ven afectados en mayor proporción personas que presentan patologías de base o que

no han desarrollado debido a su corta edad, un sistema de defensa adecuado, además se contemplan los asuntos sociales de la química y los relaciona con los llamados temas transversales como la educación para la salud. Se da prioridad a contenidos actitudinales, juicios de valor personales y reflexivos que conllevan a formular opiniones y posturas con respecto a la hipótesis de que los COP podrían contribuir a la diabetes al causar un depósito excesivo de grasa en el hígado y que a su vez puede provocar resistencia a la insulina.

El enfoque CTSA se ve inmerso con la modificación de la visión de la ciencia en los estudiantes, pues se evidencian en sus respuestas actitudes desfavorables hacia la Química y hacia la industria química, y se asocia al desarrollo tecnológico y científico como los responsables del deterioro del medio ambiente (Díaz, 1996, p 134). Se relaciona la naturaleza socioeconómica de países en auge industrial con el conocimiento científico y la relación CTSA respecto a la incidencia de contaminantes atmosféricos, llegando a nombrar a países afectados como la India y Colombia. Los estudiantes sugieren una necesaria optimización de los procesos industriales para el cuidado del medio ambiente, puesto que se reconoce estos procesos como esenciales en las condiciones de vida actuales. Las reformas del currículo centrado en aspectos del enfoque CTSA, propuestos por Medina y Sanmartín (1990) sitúan dos formas de abordarlo, la identificada en el trabajo de investigación corresponde a la ciencia y la tecnología en un contexto social y político que involucren la innovación tecnológica para el análisis de los impactos sociales.

Muestra Grupo 1: Por ende, desde nuestro punto de vista, los hábitos alimenticios serían la mejor forma de prevenir enfermedades como las diabetes mellitus. Estamos de acuerdo con que los niños pueden ser uno de los grupos más vulnerable a los contaminantes, por la inmadurez del sistema respiratorio e inmune, pero hay que tener claro que el nivel económico también es un factor externo que afecta al igual que algunas patologías que ya presenté la persona independientemente la edad en la que se encuentre.

Muestra Grupo 2: Es importante establecer un balance entre la protección del medio ambiente y la reducción del uso de los COP, teniendo en cuenta que estos últimos son necesarios para optimizar diferentes procesos desarrollados tanto en la industria como en otros escenarios.

Muestra Grupo 3: Sin lugar a duda, los compuestos orgánicos persistentes pueden afectar a toda la población, sin embargo, la repercusión de estos es mucho mayor en países pobres que no cuentan con los recursos económicos para realizar procesos de limpieza del aire contaminado. Es importante establecer un balance entre la protección del medio ambiente y la reducción del uso de los COP, teniendo en cuenta que estos últimos son necesarios para optimizar diferentes procesos desarrollados tanto en la industria como en otros escenarios.

Así, la aplicación del conocimiento desarrollado bajo contextos socio científicos, evidencian que un grupo de estudiantes construye actividades a nivel cognitivo intermedio y avanzado que les brinda la posibilidad de tomar decisiones de manera responsable con los hábitos alimenticios y los efectos sobre el metabolismo. De la misma forma fue posible establecer una conexión con el ambiente y la relación que se tiene con la ciencia y la tecnología en cuanto a la construcción del conocimiento

de forma reflexiva. La participación demostró bajo niveles de argumentación contextualizada, lo cual evidencia que este proceso es complejo y requiere una articulación que sea permanente o más estable en los currículos. Yager (1992) considera que los currículos con enfoque CTSA en química permiten que el estudiante aplique el conocimiento científico en la vida cotidiana e introduzca las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo científico y tecnológico, y que haga énfasis en todos los niveles sobre la relevancia social y humana de la química (Parga y Martínez, 2014, p. 18).

Capacidad Analítica y argumentativa (H2)

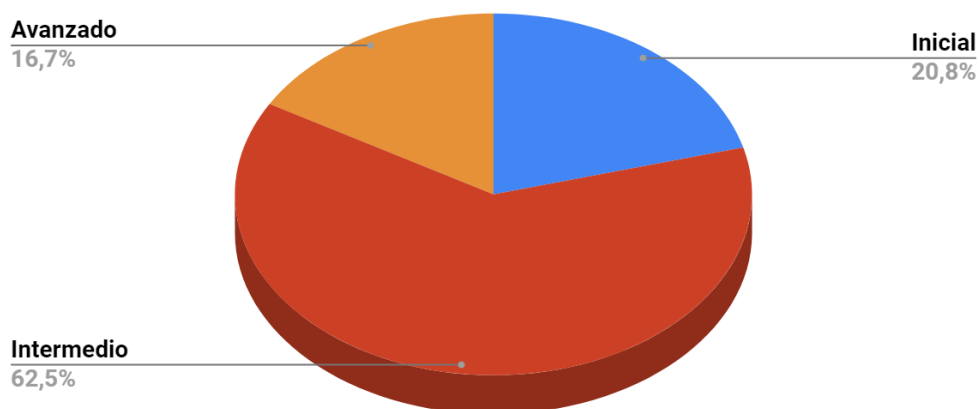


Gráfico 5. Niveles evaluativos de inicial a avanzado, Capacidad Analítica y argumentativa (H2)
Fuente: Autoras, 2020.

Por medio del compendio de citas (Anexo 3) se logró obtener una herramienta de consulta que permitió encontrar las citas que reúnen determinadas categorías de análisis, la concurrencia o enraizamiento que tiene cada categoría con cada grupo de categorías, un examinador de palabras que posibilita identificar los conceptos más empleados por los estudiantes en determinadas actividades de la Unidad Didáctica (Ilustración 17) y la construcción de la red semántica de este grupo de categorías, la cual evidencia desde la argumentación de los y las estudiantes que existe un nivel intermedio (gráfico 5) en el desarrollo de la habilidades investigativas y comunicativas puesto que no fue posible relacionar el estudio computacional con las propiedades de la mangiferina en el contexto del ciclo de Krebs debido a que, muy pocos estudiantes desarrollaron la interrelación de contextos disciplinares, en este caso los conceptos asociados al Ciclo de Krebs con la fisiología y la vida cotidiana, en específico con los trastornos metabólicos como lo es la diabetes mellitus.



*Ilustración 17. Nube de palabras de ATLAS. Ti como resultado de la codificación de los instrumentos cualitativos.
Fuente: Autoras, 2020.*

La tercera habilidad, ubica el pensamiento computacional (H3) y contempla la posibilidad de reconocer los softwares y el lenguaje químico, sin embargo, no se discrimina o reconoce las características químicas y la aplicación que este brinda sobre los compuestos químicos, varios estudiantes solo detallaron propiedades fisicoquímicas, pero no daban sus argumentos de cómo puede intervenir o influir dentro de procesos metabólicos como el ciclo de Krebs. De esta forma, no hubo un desarrollo óptimo alrededor del estudio in silico que se realizó sobre la mangiferina, por lo cual no se desarrolla un pensamiento computacional (H8). Así mismo, los estudiantes no logran hacer una comparación entre las energías de acoplamiento entre la mangiferina y la acarbosa, un fármaco usado actualmente en el tratamiento de la diabetes, ubicándose en un nivel inicial (gráfico 6).

Pensamiento computacional (H3)

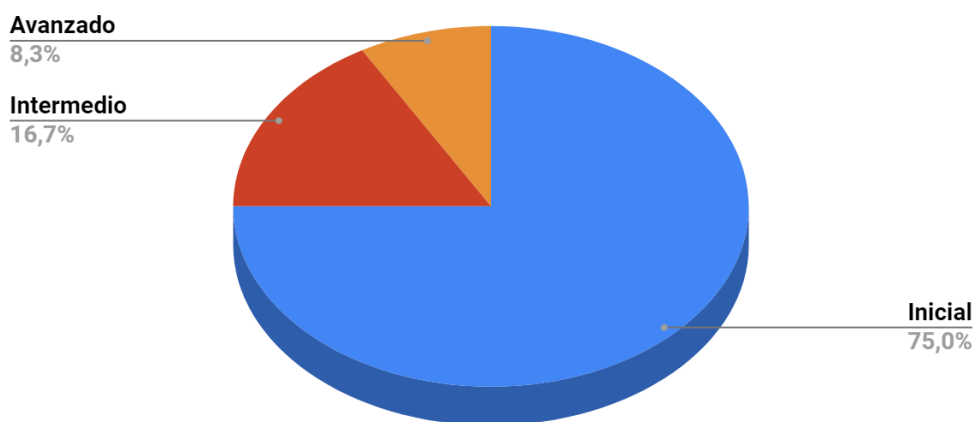


Gráfico 6. Niveles evaluativos de inicial a avanzado. Pensamiento Computacional (H3)
Fuente: Autoras, 2020.

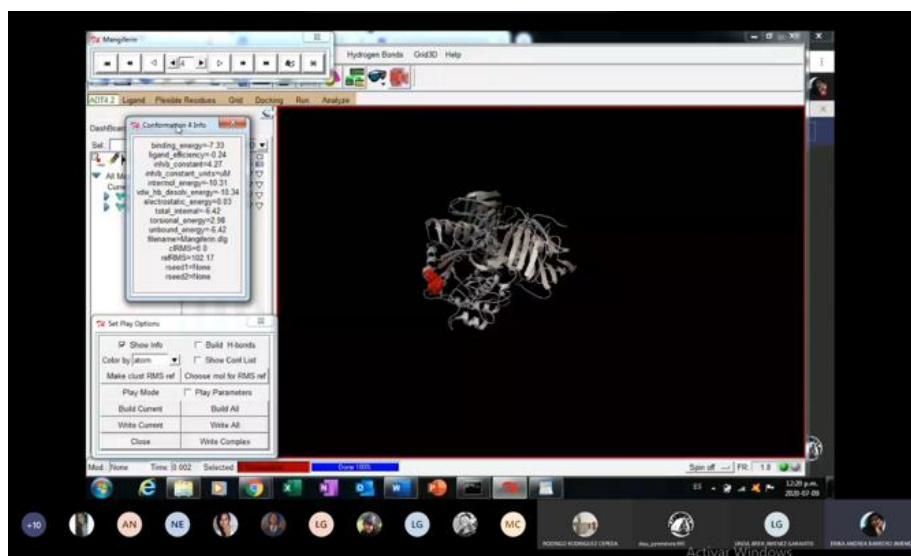


Ilustración 18. Energía de acoplamiento: alfa glucosidasa-Mangiferina.
Fuente: Autoras, 2020.

La cuarta habilidad es de búsqueda y proceso investigativo (H4); se evidencia en la mayoría de los casos que no existen criterios de búsqueda, de tal modo que no lograron filtrar la información de fuentes confiables (H9) ubicándose en un nivel inicial (gráfico 7). Esta habilidad tiene gran importancia pues se identifica una visión generalizada de la poca investigación que se hace para la construcción de la hipótesis, conllevando a una baja comprensión del fenómeno estudiado, evidenciado en enunciados básicos y aislados, limitados a efectuar de manera

descriptiva el problema sin brindar una solución, donde son discriminadas las características que permiten identificar propiedades químicas de las moléculas y no se realiza una filtración de la información desde diferentes criterios de búsqueda. Y no es resaltada la acción de la mangiferina en la inhibición enzimática de la alfa glucosidasa y la alfa amilasa, dos enzimas responsables de la hidrólisis de carbohidratos complejos de cadena larga en moléculas de glucosa de cadena simple, garantizando el retraso en el aumento postprandial hiperglucémico después de la comida, con el propósito de disminuir el metabolismo de los hidratos de carbono, y el Ciclo de Krebs, que si bien no es inhibido directamente por la falta de producción de insulina, la carga energética es regulada alostéricamente por las concentraciones de sustratos/productos o por la modificación covalente de la enzima/sustrato. Según las necesidades energéticas del cuerpo, concentraciones elevadas de ATP, NADH y de acetilcoA, informan a enzimas específicas (piruvato carboxilasa, fosfofructoquinasa, hexoquinasa y piruvato quinasa) que las necesidades energéticas de la célula han sido atendidas, o, que los ácidos grasos se están degradando para producir acetil coA y NADH, por lo que no hay necesidad de metabolizar al piruvato a acetil-coA, existiendo una inclinación por procesos de síntesis (anabólicos) (Berg, Tymoczko & Stryer, 2008).

Habilidad investigativa (H4)

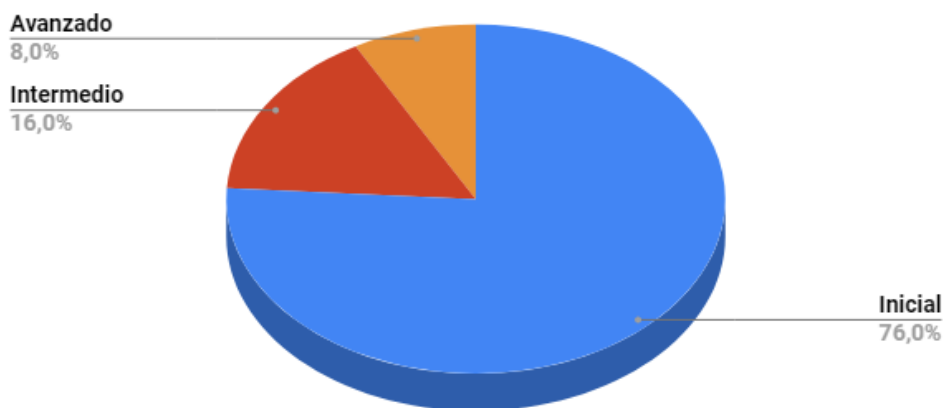


Gráfico 7. Niveles evaluativos de inicial a avanzado. Habilidad investigativa (H4).
Fuente: Autoras, 2020.

Finalmente, la quinta habilidad, es la capacidad de trabajo en equipo (H5), se identifica y evalúa un desarrollo de forma parcial y es posible evidenciar que se comparte y se aporta información contextualizada a los grupos de trabajo logrando que los estudiantes construyan enunciados a partir de esto. Sin embargo, no todos los grupos de trabajo desarrollaron un trabajo colaborativo desde los consensos y la asociación de ideas, logrando concluir que algunas respuestas emitidas por los grupos de trabajo no lograron ser compartidas, debatidas y organizadas, por lo que

no se tiene una visión completamente veraz de los pensamientos, posturas y acciones que surgieron de la realidad de cada integrante del grupo. Como todo análisis cualitativo, la finalidad no es generalizar conclusiones, sino explorar acerca del conocimiento existente en una población con una visión global a partir de una metodología aplicable a individuos (Garofalo, 2010, p. 115).



*Gráfico 8. Niveles evaluativos de inicial a avanzado. Trabajo en equipo (H5).
Fuente: Autoras, 2020.*

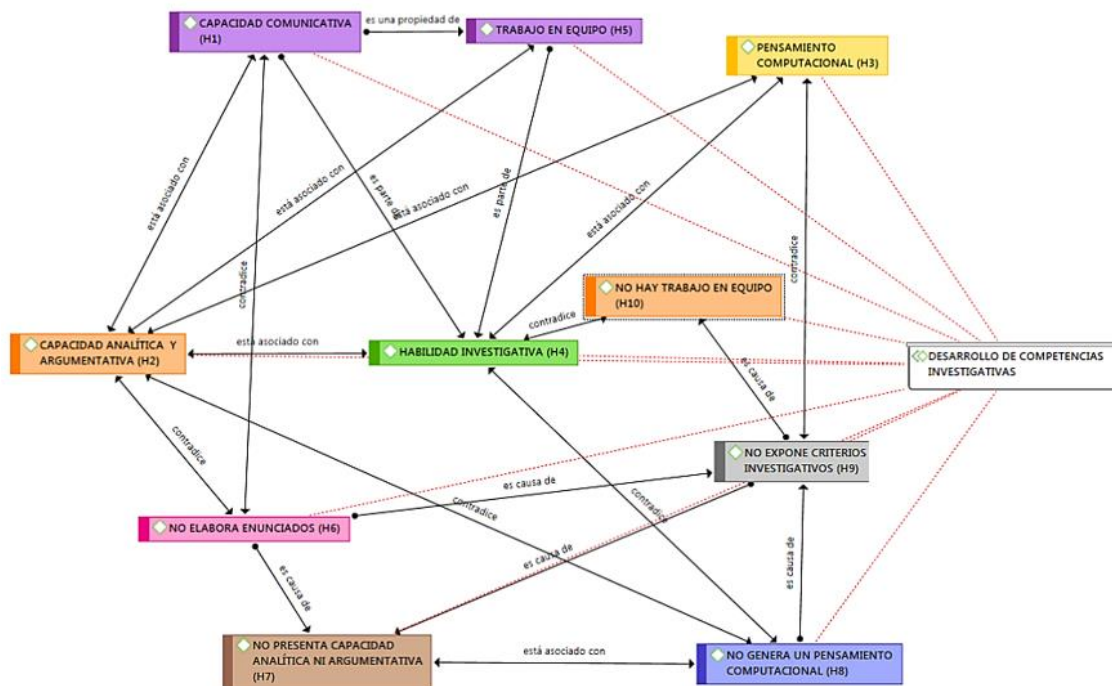


Ilustración 19. Red semántica del grupo de categorías del desarrollo de competencias investigativas.
Fuente: Autoras, 2020.

Por último, el gráfico 9 evidencia las categorías más repetidas en las actividades desarrolladas en la Unidad Didáctica, con respecto a este grupo de categorías. En esta se identifica que se encuentran 120 repeticiones de las categorías de “Capacidad analítica y argumentativa(H2) y la Capacidad comunicativa (H1)”. Por lo tanto, los y las estudiantes lograron esquematizar y construir enunciados con un control gramatical intermedio y el poder reconocer, argumentar y explicar los contenidos conceptuales asociados al ciclo de Krebs. Por el contrario, la categoría de menor enraizamiento fue la de “No hay trabajo en equipo” (H10) con solo 8 repeticiones de 439 citas, evidenciando la dificultad de llegar a consensos, agrupar ideas y desarrollar argumentaciones desde diferentes perspectivas, igualmente para la categoría de trabajo en equipo con 20 repeticiones, lo que indica una concurrencia o enraizamiento muy bajo a lo largo de los documentos cualitativos y un desarrollo inicial de esta competencia (H5).



Gráfico 9. Enraizamiento por códigos del segundo grupo de categorías.
Fuente: Autoras, 2020.

7.1.3 Grupo de categoría nivel de Construcción Conceptual

En este grupo de categorías se reúne la descripción y organización de los conceptos asociados al ciclo de Krebs, con el fin de evidenciar el desarrollo de argumentación y la articulación que los y las estudiantes presentan sobre el ciclo de Krebs desde el trastorno metabólico de la diabetes, o si, por el contrario, no se argumenta y se presentan errores conceptuales en la construcción de estas significaciones. Esto se evidenció desde el nivel conceptual construido por los y las estudiantes, evaluando el desarrollo de las competencias investigativas desde un nivel inicial, intermedio o avanzado (Anexo 5).

En primera instancia se muestra en la ilustración 20, la red semántica de este grupo de categorías, en la que se especifican las categorías apriorísticas y algunas categorías emergentes que surgen a partir del análisis y evaluación de cada actividad desarrollada en la Unidad Didáctica. Las categorías a priori estipuladas fueron "Descripción de conceptos asociados al CK (DC); Asociación y organización de conceptos asociados al CK (AC); Error conceptual (EC), y las categorías emergentes identificadas fueron "No relaciona, ni organiza conceptos asociados al CK (NR)"; Enunciado Incorrecto (EI); No argumenta (NA)".

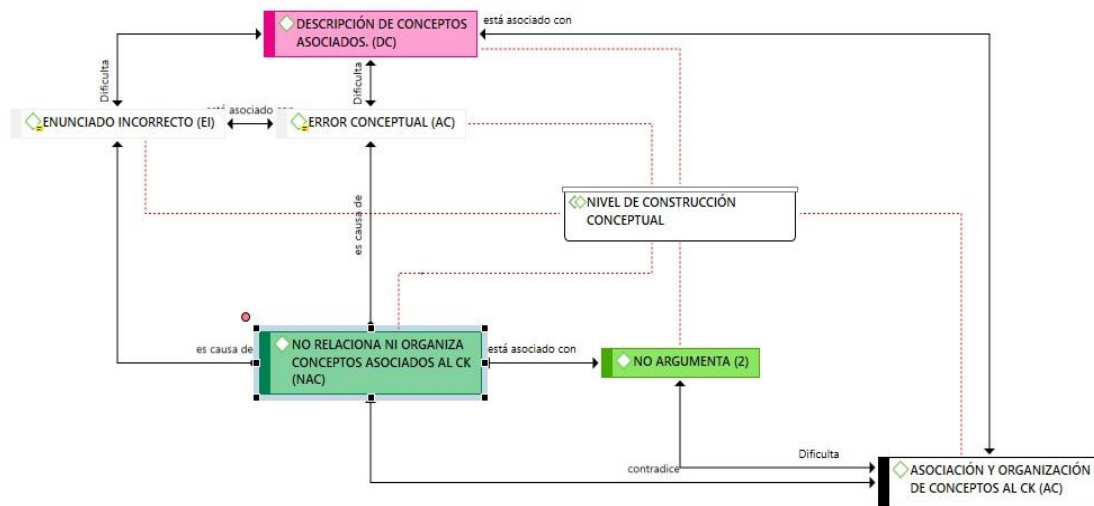


Ilustración 20. Red semántica del grupo de categorías de construcción de nivel conceptual.
Fuente: Autoras, 2020.

De esta manera, esta red semántica permite representar caminos de búsquedas cognitivas de información, mediante secuencias asociativas (Watts & Strogatz, 1998, citado de Garofalo, 2010 p.43). Por lo cual, al desarrollar la red semántica desde la argumentación de los y las estudiantes, se evidenció la codificación, la interpretación y como generan el significado a los conceptos asociados al CK mediante la diabetes y el estudio in silico realizado sobre la mangiferina. También se debe señalar que se construyó una red conceptual con algunas subcategorías (Ilustración 21) evidenciadas en la matriz de categorías (Anexo, 2) por ejemplo: Obstáculo epistemológico de tipo puente y brecha (Garofalo, 2010), sin respuesta, argumentación incorrecta, y hace uso del CTSA para la explicación de los procesos metabólicos, con el fin de vincular categorías y subcategorías, para representar el contenido de un nivel textual a un nivel conceptual y semántico.

Tabla 5. Descripción de citas desarrolladas en las actividades de la Unidad Didáctica, desde el nivel de construcción conceptual.

ACTIVIDAD	CITA	COMENTARIO	CATEGORÍAS
Hipótesis	La condición crónica de hiperglicemia (grandes cantidades de azúcar en la sangre) está asociada a un daño directo y progresivo en el tiempo, de órganos y/o tejidos de los sistemas cardiovascular, renal y nervioso, diversas evidencias científicas indican que la progresión de sus complicaciones, estarían asociadas a fenómenos de estrés oxidativo. Esto implica que, en el organismo de los diabéticos, la enfermedad se encontraría asociada a una aumentada velocidad de generación de radicales libres y de otras especies oxidantes, argumentada desde la evidencia científica, la cual apoya que en personas diabéticas hay un exceso de oxidación lipídica (oxidación de LDL-colesterol). Así que, una dieta con antioxidantes puede disminuir los efectos adversos de la diabetes. Hipótesis 2: Fomentar la agricultura urbana y el desarrollo de hábitos para cocinar permite mejorar la alimentación de la ciudadanía en cuanto a la ingesta de más frutas y verduras, además de ser consciente en el momento de preparar los alimentos; logra disminuir directamente el consumo de azúcar, especialmente la azúcar refinada; por lo tanto, los índices de mortalidad por diabetes bajan.	Aunque la hipótesis presenta una redacción adecuada, además de dar a conocer las propiedades fisicoquímicas de la mangiferina, no genera un pensamiento analítico, debido a que reconoce los softwares computacionales, pero discrimina propiedades y características que permiten identificar propiedades químicas de las moléculas (enlace, torsiones, tensiones, energía de optimización, entre otros), para realizar el acoplamiento molecular, por lo que la habilidad para desarrollar el uso de las técnicas modernas en informática y comunicaciones aplicadas a la química, está en un nivel inicial.	-NO GENERA UN PENSAMIENTO COMPUTACIONAL (H8).
Hipótesis	De acuerdo a la teoría presentada en la Unidad Didáctica sobre la diabetes (Fases I y II) y a la información sobre la acción en el metabolismo de la mangiferina (Artículos: Extracción, purificación y cuantificación de mangiferina en la corteza de algunos cultivares de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) y Mangiferin from <i>Mangifera indica</i> fruits reduces post-prandial glucose level by inhibiting α-glucosidase and α-amylase activity, y video: “Estudio in silico de la acción de la mangiferina, mediante el software autodock”), se puede decir que la mangiferina puede actuar como inhibidor de la alfa-glucosidasa, ya que permite hidrolizar polisacáridos y oligosacáridos en monosacáridos para facilitar la absorción de los mismos por parte del intestino delgado y que de esa manera puedan llegar a la sangre, ser	No presenta la capacidad para describir, reconocer, interrelacionar, explicar las causas y ofrecer soluciones fundamentadas teóricamente, de la acción de la mangiferina en el ciclo de Krebs. Debido a que solo enunció que la mangiferina permite la hidrólisis de polisacáridos y oligosacáridos, pero este enunciado es incorrecto, porque la mangiferina inhibe las enzimas alfa-amilasa y alfa-glucosidasa, que son encargadas de la hidrólisis de estos carbohidratos. Por esta razón, se identifica que posee un nivel inicial en el desarrollo de competencias	-ENUNCIADO INCORRECTO (EI). -NO RELACIONA NI ORGANIZA CONCEPTOS ASOCIADOS AL CK (NAC).

	transportados, absorbidos y utilizados adecuadamente en las distintas funciones que requieran de ellos.	comunicativas, de análisis y de habilidad computacional.	
Hipótesis	La mangiferina, es un compuesto bioactivo que tiene una influencia directa al inhibir la acción de la enzima alfa glucosidasa y alfa amilasa que son las encargadas de realizar la hidrólisis de los oligosacáridos a disacáridos o monosacáridos y dejar el azúcar libre para su transformación en energía, que en personas diabéticas no es posible realizar este proceso o se realiza de forma más limitada. Esto se puede evidenciar en el docking molecular cuando se realizaba la comparación de la mangiferina con el fármaco denominado acarbose que actualmente se usa para controlar esta enfermedad, y se pudo evidenciar energías negativas cercanas y constantes de inhibición altas lo que señala la creación de puentes de hidrógeno, es decir, mayor inhibición. Además, la mangiferina también ayuda a controlar y mantener en sus niveles estables la respiración celular y evita la glucogénesis y actúa como un agente antioxidante, provocando mayor duración y mejor comportamiento de las enzimas que participan.	Esta hipótesis expone que identifica y reconoce el programa de autodocktools, su utilidad a nivel químico e investigativo tiene la capacidad de entender el lenguaje usado por el software y hace uso del rigor conceptual para reconocer, explicar e identificar las propiedades químicas de la mangiferina desde este programa y otras fuentes bibliográficas. A fin de entender la relación intermolecular entre el ligando y la enzima. Por lo cual desarrolló en un nivel avanzado la competencia de habilidad en el uso de las técnicas modernas en informática y comunicaciones aplicadas a la química y la capacidad de generar un análisis de conceptos asociados al ciclo de Krebs, la mangiferina y las alteraciones metabólicas.	-CAPACIDAD ANALÍTICA Y ARGUMENTATIVA (H2). -CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1). -MODULACIÓN DEL METABOLISMO, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y TRATAMIENTO NATURAL. -PENSAMIENTO COMPUTACIONAL (H3).
Instrumento Final	Capacidad para comunicar información e ideas de manera oral y escrita (O): Procesos de producción de la hormona insulina y el metabolismo de lípidos, carbohidratos y grasas. Porque son los factores que una persona con diabetes debe controlar para no agravar la situación.	Se evidencia una baja interacción con la aplicación de la Unidad Didáctica, puesto que no se efectúa una autoevaluación que permita el logro alcanzado en las actividades. No permite evidenciar una valoración personal del impacto que generó las actividades desarrolladas en las 4 sesiones destinadas a la aplicación. (No especifica en qué puntaje desarrolló la competencia).	-CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1). -METABOLISMO (M).
Instrumento Final	Al haber un desequilibrio en el organismo, podemos evidenciar que el cuerpo necesita obtener lo que le falta desde otro lado por eso los acoplamientos se realizan desde los sitios activos un claro ejemplo de esto hablando de niveles de glucosa es el tratamiento alternativo con marihuana que desarrollan actualmente lo que realizan es inhibir la parte activa del cannabis y lo tratan con anandamida este acoplamiento se desarrolla por el sitio	Identifican los diferentes softwares y reconoce su utilidad a nivel químico e investigativo, pero no hace uso del estudio in silico desarrollado en la Unidad Didáctica sobre la mangiferina, en cambio, utiliza otras investigaciones. Por lo cual, hace uso de las diferentes bases de datos para hablar sobre	-CAPACIDAD ANALÍTICA Y ARGUMENTATIVA (H2). -CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1). -DESCRIPCIÓN DE

	activo, lo cual mejora los beneficios de la cannabis sin que el paciente tenga efectos de toxicología, lo mismo ha de suceder con el acoplamiento en el estudio in silico por UD.	el acoplamiento molecular, desde un nivel descriptivo y no explicativo o valorativo.	CONCEPTOS ASOCIADOS AL CK (DC) -PENSAMIENTO COMPUTACIONAL (H3).
--	---	--	--

Fuente: Autoras, 2020.

Avanzando en nuestro razonamiento, los y las estudiantes confundieron o no desarrollaron una buena construcción de los conceptos asociados al ciclo de Krebs desde el trastorno metabólico de la diabetes y el estudio in silico realizado en la mangiferina, a causa de un bajo desarrollo en el pensamiento computacional, evidenciado en la construcción de la hipótesis, dado que no mencionaron propiedades fisicoquímicas del estudio in silico sobre la mangiferina, para relacionarlo en el ciclo de Krebs. Esta categoría emergente (H8) se refiere a que no se construye un pensamiento o habilidad sobre el uso de algoritmos, fórmulas e interpretación de fuerzas intermoleculares (puentes de hidrógeno) para analizar y resolver problemas en el campo de la química computacional. Es decir, se da a conocer en los instrumentos cualitativos que no se interpretan los datos del software y no se tiene un manejo de este, solo reconocían el programa Autodock Tools, sin interpretar las energías de inhibición y energía libre de unión de la enzima con el ligando mangiferina para la formulación de hipótesis, no articulan el concepto de Acoplamiento Molecular y estudios in silico en la prueba de salida y se evidencia una inseguridad ante el método empleado, es decir que no se refleja confianza, certeza y apropiación del estudio in silico al conocimiento químico, pues no daban significado a las energías de inhibición y resultados del acoplamiento molecular, haciendo referencia a la validación del proceso si se hiciera en forma in vitro.

Además, presentaron obstáculos de tipo puente y tipo brecha (Garofalo, 2010), dificultando la posibilidad de generar un nivel conceptual avanzado desde las competencias investigativas, dado que los modelos mentales que poseen los y las estudiantes no permitieron relacionar otros contextos y significados con el proceso metabólico del ciclo de Krebs y los conceptos asociados al mismo, por otra parte, las ideas previas consolidadas a lo largo de su desarrollo académico, construye una base difícil de cambiar. De allí, que la categoría más repetida fue “ERROR CONCEPTUAL” por consiguiente, al no cambiar su modelo mental se dificulta el aprendizaje interdisciplinar desde un enfoque CTSA, debido a que no reconocieron el significado de las vías metabólicas con los procesos fisiológicos, para generar juicios de valor reflexivos y así obtener un nivel avanzado en el desarrollo del aprendizaje de los conceptos asociados al ciclo de Krebs.

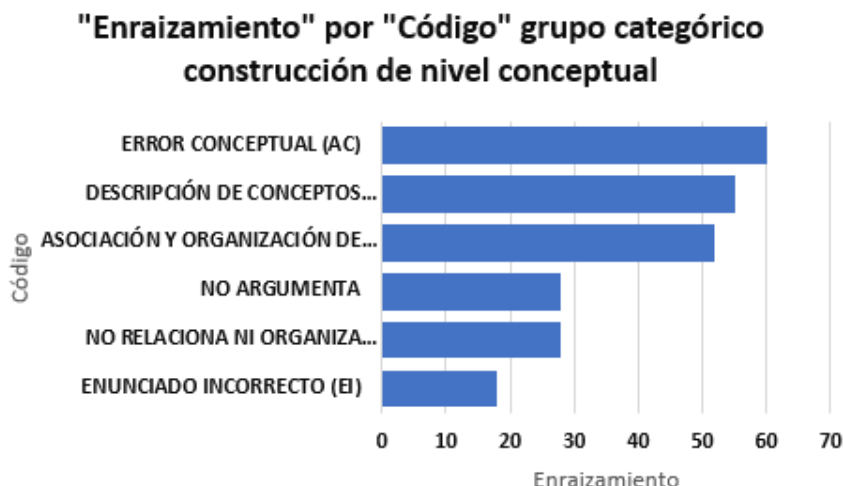


Gráfico 10. Enraizamiento por códigos del tercer grupo de categorías.
Fuente: Autoras, 2020.

Finalmente, se esquematizan las palabras que mayor uso tuvieron a lo largo de la aplicación de la Unidad Didáctica, como lo es diabetes, que fue mencionada 234 veces, insulina con 222 repeticiones, energía con 175 repeticiones y Krebs con 125, entre otros. Estas fueron palabras claves dentro del análisis de las actividades de la Unidad Didáctica, debido que permitieron la identificación de conceptos sostén, el desarrollo de ideas y de enunciados científicos y reflexivos. Por esto, el gráfico 4 refiere a los 30 conceptos asociados al ciclo de Krebs más recurrentes que permite relacionar conceptos químicos entre el CK y los trastornos metabólicos y logra integrar conocimientos previos y posteriores para la construcción conceptual, surgiendo como una agrupación de palabras con rasgos compartidos que no están aisladas si no que se relacionan en un contexto pragmático.

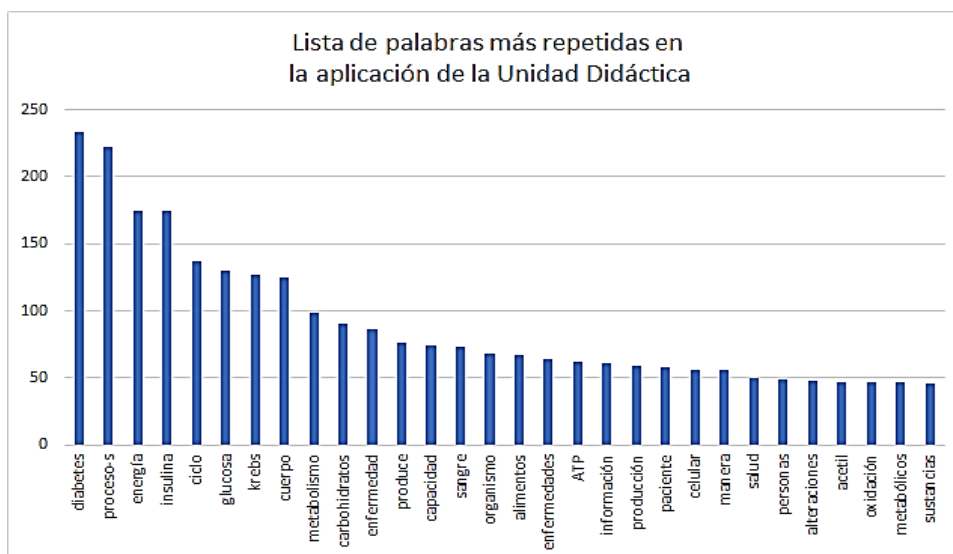


Gráfico 11. Listado de palabras más repetidas durante la aplicación de la Unidad didáctica.
Fuente: Autoras, 2020.

7.2. Historia, epistemología y estructura de los contenidos científicos.

Las diferentes etapas planificadas en la Unidad Didáctica tuvieron en cuenta el modelo cognitivo del ciclo de Krebs, los conceptos asociados y la construcción de conocimiento científico, buscando que alrededor de dicho proceso, los estudiantes tuviesen la capacidad de generar un análisis del conocimiento científico, contemplaran las estructuras lógicas de los métodos empleados en las actividades, a fin de generar explicaciones e interpretaciones de resultados y fueran capaces de integrar las diferentes competencias investigativas.

De esta forma la epistemología tenía la función de servir como puente para la reflexión frente a la producción del conocimiento científico, brindando la posibilidad de falsear o defender enunciados y teorías; este planteamiento no se tuvo totalmente en cuenta a la hora de la resolución de algunas actividades, a modo de ejemplo en el tercer punto de la prueba inicial (Anexo 12) se pedía contestar falso o verdadero de algunos enunciados propuestos y además se abrió un espacio para que se brindara una justificación, encontrándose que a enunciados como

“Las reacciones que se llevan a cabo a lo largo del ciclo de Krebs, son reacciones de tipo catabólicas, es decir que se obtienen moléculas grandes a partir de otras más pequeñas, consumiendo energía para la síntesis”

Una parte de la población muestral no logro falsear este enunciado y no logro una justificación frente al porque la definición del proceso catabólico no correspondía, a pesar de expresar con facilidad definiciones de conceptos como metabolismo y catabolismo en sus respuestas anteriores (nivel semántico), provocando un error epistemológico de tipo puente.

De modo que se logra identificar conocimiento no científico, es decir, conocimiento que no ha pasado por un proceso de validación, demostración o divulgación especializada, y que se manifiesta en forma de saber popular, doxa o pseudociencia. A continuación, se dan ejemplos de algunas citas que ejemplifican este conocimiento no científico y que, no produce una capacidad crítica especial que se vincula a despliegues de las capacidades investigativas, a la estructura de los contenidos científicos y a principios fundamentales de la investigación científica.

Tabla 6. Descripción de citas desarrolladas en las actividades de la Unidad Didáctica, desde el nivel epistemológico y estructura del contenido.

ACTIVIDAD	CITA	COMENTARIO	CATEGORÍAS
Instrumento inicial	Me imagino que el cuerpo produce lo que necesita, la verdad no tengo mucha claridad al respecto	No se puede esclarecer una construcción conceptual	NO ARGUMENTA

Hipótesis	La mangiferina tiene un efecto es conocida por poseer varias propiedades es conocida por poseer varias propiedades beneficiosas; antioxidante, antitumorales, contra el cáncer, antidiabéticos y propiedades antibacterianas.	No desarrolla una redacción correcta, análisis y relación adecuada, sobre el efecto de la mangiferina en la diabetes.	-NO ARGUMENTA. -NO ELABORA ENUNCIADOS (H6). -NO EXPONE CRITERIOS DE INVESTIGACIÓN (H9).
-----------	---	---	---

Fuente: Autoras, 2020.

7.3. Múltiples modelos semióticos y TICs - Delimitación de las condiciones del proceso E/A

Mediante la aplicación de la Unidad Didáctica, se evidenció la capacidad cognitiva de los y las estudiantes, enmarcado en el saber saber y saber ser con respecto a los conceptos asociados al ciclo de Krebs y su relación con cuestiones sociales, ambientales y de autocuidado, y con un desarrollo más bajo para el saber hacer, referido al uso de herramientas tecnológicas como apoyo en investigaciones e innovaciones tecnocientíficas, por otro lado, el tiempo de acompañamiento para la resolución de la Unidad Didáctica, el interés y actitudes de los y las estudiantes, el proceso E/A desde un ambiente virtual y demás factores delimitaron y dificultaron desarrollar en un nivel avanzado las competencias investigativas, dado que estas condiciones dependían del estudiante y el contexto actual, por lo que es más complicado para las investigadoras poder controlarlas.

Por otra parte, estas condiciones permitieron evidenciar que la construcción del significado de conceptos como metabolismo, anabolismo, energía y glucólisis desde el ciclo de Krebs en la prueba de entrada, presentan un nivel inicial, dado que en el instrumento de entrada muy pocos estudiantes lograron entablar una relación cognitiva con la tarea de aprendizaje propuesta, y que requería de sus conocimientos previos, por lo que al no poseer una base teórica correcta, se manifiesta una dificultad en la realización de aprendizaje (Posner et al. 1982, Nusbaum y Novik 1982, Osborne y Wittrock 1985, Driver 1986, Citado por Blanco y Pérez, 1993).

Sin embargo, en el transcurso de la Unidad Didáctica, los y las estudiantes describen y argumentan en un nivel intermedio los conceptos asociados al ciclo de Krebs, por lo que, se puede determinar que llegaron a un aprendizaje parcial que relaciona el enfoque CTSA en situaciones de alteración metabólica, desde un ambiente virtual de aprendizaje.

La implementación de programas químicos para el estudio in silico de la mangiferina demostró el poco acercamiento que hay frente a estas herramientas

computacionales y a la baja apropiación de un conocimiento químico trasladado en un campo tecnológico, que permite identificar de manera molecular los enlaces, torsiones, energía y otras características esenciales para comprender la estructura y comportamiento del compuesto químico en procesos biológicos e imposibles de analizar en prácticas de laboratorio convencionales, por lo que se dificulta un desarrollo avanzado en la competencia de pensamiento computacional. Sin embargo, algunos estudiantes manifestaron no poseer los equipos necesarios para la descarga e instalación del software químico, por lo que se limitó su participación a un rol menos activo y por consiguiente un desinterés por manejarlo.

7.4. Metacognición y Contenido procedimental

El dominio y la regulación sobre los procesos cognitivos de los estudiantes fue evidenciado de forma parcial como se menciona en el análisis que se realizó en el grupo de categorías tres de construcción conceptual, por consiguiente, el desarrollo del conocimiento procedimental evaluado desde las habilidades argumentativas, de análisis e interpretativas, reflejan la dificultad de poder usar el conocimiento conceptual hacia la ejecución de este, en un ambiente virtual de aprendizaje. Como se afirmó arriba, se reconoce la dificultad en generar procesos que asocian la ciencia, problemáticas sociales y avances tecnológicos en el desarrollo de competencias en estudiantes que se encuentran a puertas de recibir su título de profesional, por ello se pretendió propiciar un obstáculo cognitivo para la construcción de conocimiento propio, crítico y reflexivo, que contemple las implicaciones de padecer diabetes con los avances de la ciencia, la tecnología y la sociedad para controlar esta enfermedad de interés a nivel de salud pública en el mundo.

En consonancia con lo anterior, 8 estudiantes logran identificar de forma inicial la importancia que acarrea la buena alimentación para la formación de precursores como las vitaminas, usadas como coenzimas transportadoras de electrones y esenciales en los procesos de oxidación-reducción que ocurren al interior de la célula, y de las vías metabólicas que podrían si bien inhibirse o desviarse para la regulación energética del ciclo de Krebs, esto se pudo deducir basado en la categorización específicamente en modificación metabólica, pérdida fuente de energía y alimentación y nutrición. Por otro lado, un grupo de 14 estudiantes solo nombraban conceptos sobre hábitos de alimentación y de nutrición, pero no relacionan las propiedades fisicoquímicas de los alimentos, como el carácter antioxidante de muchos alimentos, en específico de las hojas de café, como argumento que permita desarrollar una buena alimentación. La afectación de una patología es reconocida como una causa importante en la alteración metabólica, sin embargo, se ignora el conocimiento bioquímico contextualizado en la regulación alostérica, reacciones anapleróticas o de aprovisionamiento, la regulación por la carga energética principalmente por concentraciones altas de NADH y ATP y la activación o inhibición enzimática de ciertos puntos claves en el metabolismo como respuesta a los requerimientos energéticos.

En otras palabras no se interiorizan las condiciones nutricionales que se deben tener en cuenta como un factor regulador en las afectaciones fisiológicas que padece el paciente diabético, pues existe una visión generalizada de la función de la insulina con el modelo llave-cerradura, el cual permite describir la falta y pérdida de energía o fatiga presentada como un síntoma recurrente en la diabetes, haciendo referencia a “la pérdida de la llave o la resistencia de la cerradura” como alusión al modelo “llave insulina-cerradura célula” y que explica el mecanismo que experimenta la glucosa para ingresar al interior de la célula y poder ser metabolizada, sin embargo, existe un error conceptual que no favorece a la construcción significativa de la función verdadera de la insulina, la cual es reducir la glucosa en la sangre y no un proceso para suministrar combustible o energía a las células, es decir es sólo es una vía para nivelar la glucemia, siendo la insulina una hormona hipoglucemiante.

La actividad de la insulina está relacionada con el estado homeostático global del cuerpo, cuya función es mantener el nivel de glucosa en sangre baja, obligando a su consumo por algunas células particulares, en lugar de a las necesidades de energía interna de las células. La breve duración de la insulina (unos minutos), demuestra que su función es resolver estados críticos de emergencia o de peligro. La insulina no es una hormona necesaria para permitir a las células consumir glucosa, sino sólo un dispositivo para forzar su consumo rápido, a fin de reducir el nivel de glucosa en sangre cuando la dieta tiene exceso de hidratos de carbono, o cuando otras hormonas (principalmente la adrenalina y el glucagón) la han elevado demasiado, y la actividad del cuerpo no ha sido capaz para dar cuenta para ello (un estrés no resuelto) (Meléndez-Hevia, 2016).

De manera análoga no se hace mención en la captación diferenciada de glucosa en órganos y tejidos según sus necesidades energéticas y que se ven favorecidas por los transportadores de glucosa ubicados en la membrana plasmática. Según la literatura el principal consumidor de azúcar y el órgano diana más afectado por niveles altos de glucemia es el cerebro. Si bien se presentan los cuerpos cetónicos como una alteración en el metabolismo en el foro 1, no se cuestiona o refuta la producción de estos compuestos químicos de manera normal en condiciones no patológicas, como en el ejercicio intenso y el ayuno para soliviar las necesidades energéticas inmediatas, pero que en condiciones patológicas como la diabetes mellitus, la falta de producción de insulina induce a la activación de rutas metabólicas alternas.

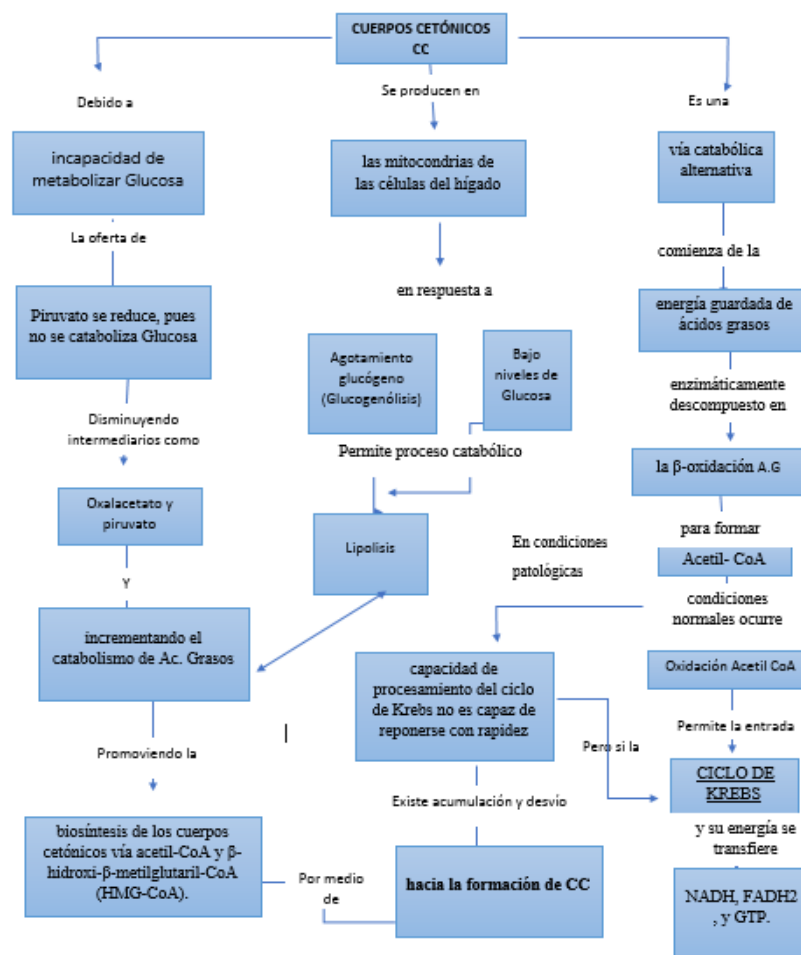


Ilustración 22. Mapa conceptual de representación sobre cuerpos cetónicos.
Fuente: Autoras, 2020.

La acidosis diabética es la alteración más común en los pacientes con diabetes mellitus dependientes de insulina y que son incapaces de producirla. Como se ha mencionado esta hormona se libera normalmente después de una comida e indica a los tejidos que captan glucosa, además restringe la movilización de ácidos grasos desde el tejido adiposo. La ausencia de insulina tiene dos consecuencias bioquímicas importantes: En primer lugar, el hígado no puede captar glucosa y, en consecuencia, no puede proporcionar oxalacetato para regenerar el Ciclo de Krebs y, en segundo lugar, en ausencia de insulina las grasas se liberan del tejido adiposo y la glucosa no se puede absorber por el hígado o el tejido adiposo. El hígado degrada los ácidos grasos por la β-oxidación, pero no puede procesar todo el acetil coA producido debido a que el oxalacetato derivado de la glucosa es deficitario, lo que genera que el Acetil CoA sintetizado a partir de los ácidos grasos (lipólisis) se desvíen y forman cuerpos cetónicos, sin ingresar al Ciclo de Krebs y provocando alteraciones metabólicas como la acidificación en sangre (Berg, Tymoczko & Styer, 2008).

7.5. Evaluación conceptual

Como se ha mencionado a lo largo de los análisis se construyeron y aplicaron rúbricas evaluativas que pretendían categorizar el aprendizaje en criterios evaluativos, plasmadas desde un carácter cualitativo que comprenden una escala de nivel inicial, intermedio y avanzado. Estas rúbricas dan cuenta del avance que se tuvo a lo largo de la aplicación de la Unidad Didáctica, de esta forma, sirvieron para promover la autorregulación del aprendizaje acompañada por los procesos de formación. Se hizo uso de una matriz de valoración que incorporó criterios y escalas para brindar la posibilidad de señalar el grado de adquisición de cada competencia. De esta manera, se describirán algunos ejemplos de criterios evaluativos utilizados para la evaluación de diferentes actividades (Mapas conceptuales, foros, laboratorio, entre otros) plasmadas en la Unidad didáctica.

En primera instancia, por medio de ocho criterios se pretendió evaluar el desarrollo de un mapa conceptual inicial, se tienen en cuenta el uso de conectores, la generación de proposiciones y relaciones cruzadas, el significado de oraciones, entre otros. Se evaluaron por medio de la escala evaluativa de cumple, cumple parcialmente y no cumple (Gráfico N 12), de los 24 estudiantes sólo 16 estudiantes entregaron el mapa conceptual del instrumento inicial. Estos cumplieron con dos criterios (número de conceptos propuestos utilizados y significado de las oraciones), cumplieron parcialmente con tres criterios (conectores, valoración jerárquica y número de conceptos válidos) y no cumplieron con 3 criterios (proposiciones y relaciones cruzadas, uso de relaciones cruzadas y uso de conceptos diferentes a los propuestos). Por lo que se puede determinar que los y las estudiantes presentaron un nivel inicial en el desarrollo de proposiciones, jerarquías y significado de oraciones, dado que no generaron relaciones cruzadas entre conceptos.

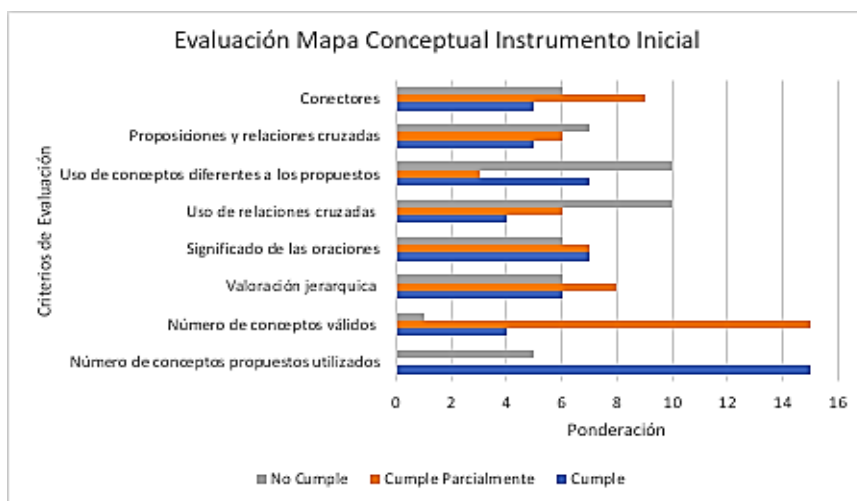


Gráfico 12. Evaluación general mapa conceptual instrumento inicial.
Fuente: Autoras, 2020.

En el caso de la evaluación del mapa conceptual del instrumento final, se utilizaron los mismos ocho criterios mencionados anteriormente para el mapa conceptual inicial, donde 18 estudiantes de los 24 entregaron el mapa conceptual final, estos cumplieron con cinco criterios (Número de conceptos propuestos utilizados, número de conceptos válidos, valoración jerárquica, significados de oraciones y conectores), cumplieron parcialmente con tres criterios (proposiciones y relaciones cruzadas, uso de conceptos diferentes a los propuestos y uso de relaciones cruzadas) y no se hace mención de que no cumplieron con algún criterio (Ver gráfico N 13). Debido a esto, se puede analizar que, en contraste con el mapa inicial, los y las estudiantes desarrollaron un nivel intermedio al aumentar el uso de relaciones cruzadas y generar valoración jerárquica, sin embargo, se les dificulta poder desarrollar proposiciones y oraciones, a través de estas relaciones cruzadas.

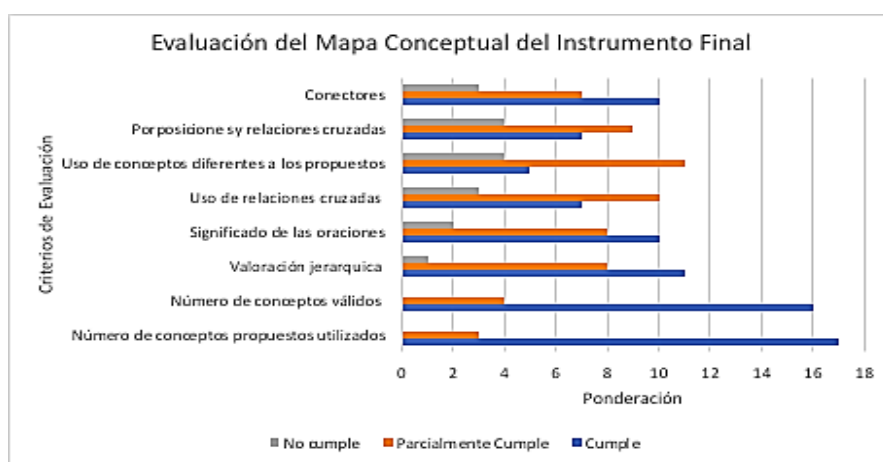


Gráfico 13. Evaluación mapa conceptual Instrumento Final.
Fuente: Autoras, 2020.

Finalmente, con el fin de evidenciar la adquisición de las cinco competencias investigativas en los estudiantes, sobre trabajo en grupo, técnicas modernas en informática y comunicaciones, el reconocer, analizar y planificar la solución de problemas y búsqueda de información, se desarrollaron enunciados sobre el metabolismo, el ciclo de Krebs y alteraciones metabólicas (Diabetes), que permitieran establecer el avance y adquisición de estas, por medio de una escala de 1 a 5, en la que se debe argumentar dicha valoración numérica, por medio de un comentario (Ilustración 23) .

Esto permitió evidenciar que la competencia de habilidad en el uso de las técnicas modernas en informática y comunicaciones aplicadas a la química, presentó en la mayoría de los estudiantes una adquisición de a 2 a 3 (Ilustración 23) , dado que no argumentaban las propiedades fisicoquímicas de la mangiferina por medio del acoplamiento molecular, por lo que se puede determinar que se dificulta poder utilizar softwares químicos, como Autodocktools, o puede que, como ellos argumentaron, no poseían las herramientas adecuadas para descargar y usar el programa.

Habilidad en el uso de las técnicas modernas en informática y comunicación aplicadas a la química	La no eliminación de la glucosa en personas diabéticas puede ser a causa de producción insuficiente de insulina, insensibilidad a la glucosa, uso deteriorado de las enzimas de glucolisis, procesos oxidativos o sobreproducción de glucosa (glucogénesis). La mangiferina reduce los niveles de glucosa en plasma y aumenta la sensibilidad a la insulina, induce enzimas para la glucolisis, entre otras propiedades. ¿Cómo se puede argumentar estas propiedades beneficiosas desde el acoplamiento molecular, que hace parte		1	2	3	4	5
				x			

Ilustración 23. Ejemplo de evaluación del instrumento Final sobre la competencia de habilidad del uso de técnicas modernas en informática y comunicación aplicadas a la química.
Fuente: Autoras, 2020

Por otra parte, con respecto a la habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes, los estudiantes se evaluaron con 4 en su mayoría, debido a que, por medio de Unidad didáctica se pudo fortalecer algunas habilidades investigativas y esto motivó a poder indagar un poco más allá sobre las alteraciones metabólicas, a través de artículos científicos, libros y revistas indexadas (Ilustración N 24).

Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes	Para el desarrollo de las actividades propuestas en la unidad didáctica los estudiantes debieron acudir a fuentes y bases de información que suministrarán diversos recursos para la apropiación y construcción de conocimientos con respecto al ciclo de Krebs. ¿Considera que el suministro y la búsqueda de estos recursos le permitió procesar y analizar información nueva y relevante para el presente tema de investigación y brinda ideas para el fortalecimiento de actividades que posibiliten una formación como docente investigador en el aula?	El desarrollo de la unidad didáctica fortaleció algunas de mis habilidades investigativas, me motivo para indagar un poco más acerca de la temática abordada. Igualmente, contribuyó en la comprensión de la enfermedad, la argumentación de la misma y el uso de programas computacionales son de gran ayuda a la hora de trabajar con interacciones bioquímicas.	1	2	3	4	5
						x	

Ilustración 24. Ejemplo de evaluación del instrumento Final sobre la competencia de habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes.
Fuente: Autoras, 2020

De igual forma, desde la capacidad para comunicar información e ideas de manera oral y escrita, los estudiantes construyeron una argumentación que relaciona variables científicas (conceptos asociados al ciclo de Krebs), sociales y de salud (alteraciones metabólicas como la diabetes o la calidad de vida de una población específica), consolidando un conocimiento declarativo y discursivo que sustenta su opinión, es así cómo su mayoría se evaluaron con un nivel de 4 (Ilustración N 25).

Competencias investigativas	Enunciado	Explicación o comentario	Desarrollo de competencias				
			1	2	3	4	5
Capacidad para comunicar información e ideas de manera oral y escrita	La diabetes mellitus y la obesidad son factores de riesgo para desarrollar enfermedades cardiovasculares, lo que es conocido como un síndrome metabólico, que a lo largo de la historia ha sido objeto de estudio dado a la tasa de mortandad que esta genera. Diferentes investigaciones han buscado generar una regulación a nivel de los procesos bioenergéticos. ¿En esta regulación a nivel de una persona diabética, que procesos metabólicos u hormonales tienen que tenerse en cuenta? ¿por qué?	Es importante tener en cuenta el proceso de producción de la insulina y el metabolismo de lípidos; ya que podrían afectar el ciclo de Krebs. Asimismo, es necesario realizar una buena regulación que no descompense a nivel nutrición a la persona diabética, porque si no se estaría incurriendo en la falta de algunos nutrientes que podría desencadenar en una desnutrición.				x	

Ilustración 25. Ejemplo de evaluación del instrumento Final sobre la competencia de capacidad para comunicar información e ideas de manera oral y escrita
Fuente: Autoras, 2020

Desde la capacidad para reconocer, analizar problemas y planificar estrategias para una solución, un porcentaje mayor de los estudiantes se valoró con un nivel de 4, a causa, que analizaron conceptos bioquímicos y fisiológicos, para la solución del problema, dando a entender que interpretaron las variables científicas, sociales, culturales y ambientales que afectan la situación analizar (Ilustración 26).

Capacidad para reconocer, analizar problemas y planificar estrategias para su solución	El ciclo de Krebs es un proceso anfibólico, en el cual se obtiene transportadores energéticos (FADH Y NADH), ATP, agua, dióxido de carbono y energía en forma de calor. En el caso de una persona que posee un trastorno metabólico como la diabetes Mellitus, será posible que pueda inhibirse alguno de los pasos de este ciclo, a causa de la falta de la hormona de la Insulina, ¿cómo se podría regular el metabolismo de estas personas?	Se debe identificar el origen de la enfermedad ya que hay dos tipos y ahí si buscar la forma de estabilizar el ciclo de Krebs con la administración de insulina, además de mantener hábitos saludables entorno a la actividad física y la alimentación	1	2	3	4	5
			4				

Ilustración 26. Ejemplo de evaluación del instrumento Final sobre la competencia de capacidad para reconocer, analizar problemas y planificar estrategias para una solución.

Fuente: Autoras, 2020

Por último, en la capacidad para trabajar en equipo, los y las estudiantes describen que la Unidad didáctica y la utilización de herramientas tecnológicas (Tics), permitió desarrollar un trabajo colaborativo, sin embargo, un porcentaje menor de estudiantes, especifica que el nivel de adquisición es de 2 a 3, debido a que no se contó con un tiempo adecuado para planificar las actividades en grupo (Ilustración 27).

Capacidad para trabajar en equipo	Para llegar a la construcción de la hipótesis sobre la relación y el efecto de la mangiferina dentro del ciclo de Krebs de una persona diabética o con alguno trastorno metabólico, se desarrollaron una serie de	Lo que fortaleció el trabajo colaborativo y se les aporta ya que les da peso en el trabajo de grado es el uso de la unidad didáctica, al igual que la apropiación y elaboración de en diferentes	1	2	3	4	5
							X

	actividades (foro, taller, laboratorio, estudio in silico) de manera grupal para relacionar los diversos puntos de vista y argumentos de diferentes compañeros y así, elaborar un mejor aprendizaje. De acuerdo a lo anterior, considera que fue adecuado, ameno y fortaleció el trabajo colaborativo.	plataformas las cuales dan un peso en uso de TIC bajo un enfoque cualitativo de la investigación, sin embargo, se tuvieron varios inconvenientes en el foro el cual no era posible hacer las réplicas a las opiniones de los compañeros sin embargo se trabajo de manera amena en la elaboración de ciertas actividades como la historieta, la cual me pareció muy bien elaborada con información y fuentes validas, al igual los videos propician información clara y atrapan a la audiencia desde mi punto de vista.	
--	---	---	--

Ilustración 27. Ejemplo de evaluación del instrumento Final sobre la competencia de capacidad para trabajar en equipo

Fuente: Autoras, 2020

Muchas gracias compañeras por compartir esta experiencia tan importante con nosotros y a la vez generar conocimientos que son de gran ayuda a nivel académico, espero poder compartir más espacios con ustedes en mi proceso de formación.

Un gran abrazo....

8. CONCLUSIONES

- La aplicación de la Unidad Didáctica que hizo uso de softwares químicos como pymol, Autodock tools y BIOVIA Discovery Studio, con el fin de comprobar las propiedades moleculares y el efecto terapéutico y antioxidante de la mangiferina, permitió desarrollar un nivel intermedio en las competencias investigativas y en el aprendizaje de conceptos químicos asociados al CK desde un enfoque CTSA, debido a que no se desarrolla una habilidad investigativa en un nivel avanzado, que favoreciera enlazar las propiedades fisicoquímicas de la mangiferina, en conjunto al estudio in silico, para dar significado a los conceptos asociados al ciclo de Krebs con la alteración metabólica propuesta.
- El instrumento inicial permitió reconocer que los y las estudiantes presentaban un nivel conceptual inicial, enunciando conceptos relacionados al metabolismo y nombrando recurrentemente al Ciclo de Krebs como una vía generadora de energía, sin embargo, no se construyó un argumento que relacione significativamente el Ciclo de Krebs con la diabetes, dado que no se contempló la regulación enzimática del ciclo de Krebs, con la velocidad y la carga energética que soporta dicho proceso en concentraciones específicas de intermediarios (piruvato, acetilcoA, oxalacetato y NADH), y que, causa el desvío a procesos anabólicos o de síntesis, con las resultantes alteraciones metabólicas y enfermedades.
- La Unidad Didáctica facilitó a través de las actividades propuestas generar relaciones entre el modelo CTSA en un ambiente virtual de aprendizaje y con el desarrollo de las competencias investigativas, se reconoce un avance en el aprendizaje de conceptos asociados al Ciclo de Krebs, después de la aplicación de la Unidad Didáctica, en la construcción de nuevos elementos y conceptos que lograron ser plasmados a lo largo de cada actividad, integrando juicios de valor, saber empírico y saber conceptual, no obstante, se encuentran errores de tipo brecha y de tipo puente culminada la Unidad Didáctica.
- El instrumento final permite concluir que la aplicación de la Unidad Didáctica conllevó al desarrollo de las competencias investigativas a un nivel intermedio y por lo tanto, a un nivel de construcción conceptual y aprendizaje igual, debido a que los y las estudiantes relacionaban los conceptos asociados al ciclo de Krebs con el enfoque CTSA, pero no consolidan un pensamiento computacional que les permitiera enlazar conceptos desde un software químico, desarrollando juicios de valor propios, críticos y reflexivos en el contexto de la diabetes.

9.RECOMENDACIONES FINALES

Este trabajo pretende ser un aporte a la problemática de salud de la Diabetes con la generación de conciencia y prácticas de autocuidado que permita la integración entre componentes científicos, ambientales y tecnológicos. Así mismo, facilita el indagar desde una perspectiva investigativa, los tratamientos naturales que pueden contribuir a controlar y prevenir la diabetes. De ahí que, este trabajo es fruto del conocimiento científico construido alrededor de las personas que adquieren esta enfermedad, siendo de contribución para una de las investigadoras que padece dicha enfermedad.

Las habilidades investigativas propuestas se pueden potencializar, incluyendo prácticas experimentales que permitan viabilizar la obtención y cuantificación de la Mangiferina de las hojas de café, con el fin de evaluar sus propiedades fisicoquímicas e integrar el estudio in silico, facilitando estudiar propiedades moleculares imposibles de analizar en cualquier práctica de laboratorio, promoviendo tal vez así, un mayor interés y motivación por el aprendizaje de la bioquímica en contextos de alteración metabólica.

Por otro lado, se considera que el docente que desee aplicar esta Unidad Didáctica en cursos de bioquímica o biología necesita generar un tiempo adecuado, para desarrollar de manera consciente las actividades propuestas en la misma, y así lograr el objetivo de desarrollar un aprendizaje óptimo del ciclo de Krebs y sus conceptos asociados, en los y las estudiantes.

Finalmente, se recomienda la aplicación de esta Unidad Didáctica bajo un ambiente blended learning para generar mayor interacción y potencializar las habilidades a nivel investigativo, ya que se puede hacer uso de las ayudas tecnológicas y didácticas y de la presencialidad, ampliando el rango de investigación, debido a que desarrollar de forma in vitro los laboratorios permiten aprendizajes duraderos, y construcciones conceptuales de forma óptima.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambientech. (2019). Material de apoyo para la educación de secundaria. <https://ambientech.org/>
- Antolínez López, D. L., Santoyo Panche, J. C., Rico Cuellar, J. C. (2015). Unidad didáctica para el fomento del pensamiento crítico hacia el manejo de aguas del Río Pesca (Boyacá), desde un enfoque (CTSA).
- Ariza, L. G. A., Dias, V. D. M. T., de Sousa, R. S., Nunes, B. R., & do Carmo Galiazzi, M. (2015). Relações entre Análise Textual Discursiva eo software ATLAS. ti em interações dialógicas. *Campo aberto: Revista de educação*, 34(2), 7.
- Arteta, J., Chona, G., Martínez, S., Ibáñez, X., Pedraza, M. y Amaya, G. (2006). ¿Qué competencias científicas proveemos en el aula? *TEA n. 20*
- Ashihara, H., Fujimura, T., & Crozier, A. (2019). Coffee Plant Biochemistry. In *Coffee* (pp. 100-162).
- Ávila, A. (2012) "Metabolismo del Ejercicio; Propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la glucólisis y el ciclo de Krebs" Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Bogotá, Colombia.
- Bachelard, G. (2000). La Formación del Espíritu Científico. México: Siglo XXI.
- Beneitone P, Esquetini C, González J, Marty M, Siufi G, Wagenaar R. (Eds) (2004-2007) Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe final. Bilbao, España: Universidad de Deusto y Universidad de Groningen. 2007. Disponible en: http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com_docman&Itemid=191&task=view_category&catid=22&order=dmdate_published&ascdesc=DESC.
- Berg, J. M., Tymoczko, J. L & Stryer, L. (2008). *Bioquímica. Sexta edición*. Versión española. Barcelona. Reverté. Pp. 420-600
- Bicudo, M.A.V. (2011). Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica. São Paulo: Editora Cortez.
- Blanco, G., y Pérez, M. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 11(1), 33-44.
- Borda, P., Dabenigno, V., & Freidin, B. (2017). *Estrategias para el análisis de datos cualitativos*. D-IIGG.
- Boticario, C. y Cascales, M. (2012). Digestión y metabolismo energético de los nutrientes. *UNED, Centro de Plasencia*.
- Caro, L. A., Ortiz, B., & Paris, C. (2012). Aproximaciones a la enseñanza del ciclo de Krebs desde la perspectiva constructivista soportada en plataforma computacional Moodle, dirigida a estudiantes de Ciencias Básicas de la Fundación Universitaria del Área Andina. Investigador Principal. *Evento Internacional Virtual Educa*.
- Castañeda Poveda, I., Díaz Barrios, L. F., & Flórez Pardo, K. A. (2015). Estado de competencias investigativas de estudiantes de maestría en docencia e investigación universitaria, Universidad Sergio Arboleda, cohortes XIII y XV.
- Castillo, S. L. (2011, March). Evaluación de competencias investigativas (CO). In *XIII CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*.
- Charria, H., Sarsosa, K., Uribe, N., & López, N. (2009). Competencias académicas, laborales y profesionales del psicólogo javeriano de Cali. In *Ponencia presentada en el XXXII Congreso Interamericano de Psicología (SIP 2009), julio, Guatemala*.
- Contreras, G. A. G., & Ospina, Y. L. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. *Studiositas*, 3(3), 7-16.
- D' Olivares, N., Cifuentes, C. L. C. (2019). Competencias investigativas: inicio de formación de jóvenes investigadores en educación media. *RHS: Revista Humanismo y Sociedad*, 7(1), 6-21. <http://fer.uniremington.edu.co/ojs/index.php/RHS/article/view/334>
- Decreto N° 80. (1980). Organización del sistema de educación postsecundaria. Bogotá, Colombia, 22 de enero de 1980.

Departamento de Química (2020) Plan curricular. cienciaytecnologia.pedagogica.edu.co/vercontenido.php?idp=373&idh=376&idn=10777

Díaz, J. (1996). La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS: una cuestión problemática. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, (26), 131-144.

Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos, *Enseñanza de las Ciencias*, 4, pp. 3-15.

Duarte, G. C., Vargas, J. A., Martínez, S., Córdoba, X. I., Pedraza, M., & Amaya, G. F. (2006). ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula?. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (20).

Edwards, M., Gil, D., Vilches, A., & Praia, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 22(1), 47-64.

Estrada, O., Fernández, F., Zambrano, J., Quintero, L., & Fuentes, R. (2017). El entorno virtual para la investigación científica y sus dimensiones. apuntes para la formación de habilidades investigativas. *Revista Didasc@ lia: Didáctica y Educación*, 8(1).

Feduchi, E., Blasco, I., Romero, C., & Yáñez, E. (2010). Bioquímica. Conceptos esenciales. *Editorial Panamericana. Madrid*. 1ª

Fernandes, M., Pires, D., & Villamañán, R. (2014). Educación Científica con enfoque CTSA: Construcción de un Instrumento de Análisis de las Directrices Curriculares. *Formación Universitaria*, 7(5), 23-32.

Fomenko, E., & Chi, Y. (2016). Mangiferin modulation of metabolism and metabolic syndrome. *BioFactors*, 42(5), 492-503.

Forero, F., Pulido, A. (2016) Extracción, purificación y cuantificación de mangiferina en la corteza de algunos cultivos de mango (Mangiferina indica L). *Revista colombiana de ciencias hortícolas*. Colombia. Vol. 10 - No. 2 - pp. 292-300.

Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 4(1), 30-35.

Garófalo, S. (2010). Análisis de obstáculos en el aprendizaje de metabolismo de hidratos de carbono: Un estudio transversal (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).

Garófalo, S., Galagovsky, R., & Alonso, M. (2014). Dificultades en el aprendizaje del metabolismo de los carbohidratos. Un estudio transversal. *Química Viva*, 13(1), 31-55.

Galindo Lancheros, J. B., & Román Álvarez, S. J. (2016). El yacón como mitigador de diabetes: una propuesta didáctica para favorecer la argumentación en jóvenes y adultos.

Heredia, L. (2019). Programa guía de actividades para la enseñanza de conceptos asociados a inhibición enzimática a través del docking molecular en ambientes de aprendizaje blended learning.

Herrera, E., Ramos, M. P., Roca, P. y Viena, M. (2015). Bioquímica Básica. Base molecular de los procesos fisiológicos. *Elsevier España S.l*

Horton, H. R., Moran, L. A., RAWN, J. D., & Scrimgeour, K. (2008). Principios de bioquímica. *Pearson Educación*

Laguna, J., & Garza, E. P. (2002). *Bioquímica de laguna* (No. 612.015 L3B5 2002). El Manual Moderno.

Lock de Ugaz, O. (1987). Productos naturales: importancia y perspectivas.

López Bautista, N. Y. (2018). Desarrollo de competencias científicas en estudiantes de grado quinto del Colegio Chuniza a partir del diseño e implementación de un ambiente de aprendizaje en contexto, desde el enfoque CTSA bajo el concepto cambio químico.

Macías, A., Hurtado, J., Cedeño, D., Vite, F., Scott, M., Vallejo, P., Macías, M., Santana, J., Espinoza, M., Ubillús, S., Arteaga, S., Torres, O., Reyes, J., Mera, L., Chavarría, D. & Intriago, K. (2018). Introducción a la Bioquímica. *Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L.* DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/CcyLI.2018.28>

Magisterio (2018). ¿Qué son las competencias? <https://www.magisterio.com.co/articulo/que-son-las-competencias>

Martínez, L., & Duarte, Á. (2006). Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, para la enseñanza de aspectos de bioquímica. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (19).

Meléndez Hevia (2008-2016). Instituto de Metabolismo Celular (IMC) : Diabetes y metabolismo.

Medina, M. & Sanmartín, J. (1990). Ciencia, tecnología y sociedad. País Vasco: Anthropos Editorial del Hombre

Membriela, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 15(1), 51-57

Membriela, P. (2005). Reflexión desde la experiencia sobre la puesta en práctica de la orientación ciencia-tecnología-sociedad en la enseñanza científica. *Educación Química*, 16(3), 404-409.

MEN (2004). Programa para el desarrollo de competencias. Ministerio de Educación República de Colombia. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-217596_archivo_pdf_desarrollocompetencias.pdf

Mendelez, H (2016) Diabetes. <https://www.metabolismo.biz/web/diabetes-2/?fbclid=IwAR1LLfg-hK2zPNGjvLmNtFqOjetoOipAzl5hJopqlwYYUneqK4n0foC-40Q>

Milán, R., Rojas, M., Flores, E., Cervantes, S., Gordillo, E., Cafaggi, D., & Fortoul van der Goes, T. (2016). La diabetes, una enfermedad que integra a la bioquímica y la histología. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 59(4), 46-55.

Miles, M., y Huberman, A. (1994). *Un análisis de datos cualitativos ampliado del libro de consulta* (No. 300.18 M5).

Miller, L., & Cañas, J. (2008). A semantic scoring rubric for concept maps: design and reliability.

Morales-López, E. (2011). Hacia dónde va el Análisis del Discurso. *Tonos digital*, 21(0).

Ministerio de salud. (2019). Análisis de situación de salud (ASIS). <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/asis-colombia-2018.pdf>

Morán, L., & Álvarez, G. (2012). Análisis textual-discursivo y pedagógico-discursivo de la interacción comunicativa en foros formativos online: sobre la articulación local de las intervenciones. *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia*, 15(1), 51-77

Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo*, 19, 44.

Nussbaum, J. y Novick, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: toward a principled teaching strategy, *Instructional Science*, 11, pp. 183-200.

Ortiz, C., Prowes, S., Rodríguez, U., Lesmes, L., & Ortiz, A. (2011). Definición y clasificación teórica de las competencias académicas, profesionales y laborales. Las competencias del psicólogo en Colombia. *Psicología desde el Caribe*, (28), 133-165.

Osborne, R. y Wittrock, M. (1985). The generative learning model and its implications for Science Education, *Studies in Science Education*, 12, pp. 59-87.

Parga Lozano, D. L., & Martínez, D. A. (2015). ¿Hay contenidos CTSA en los libros de texto de química?. *Praxis & Saber*, 6(11), 15-42.

Peña, A., Dreyfus, G. (1997). La energía y la vida: Bioenergética. *Aréchiga, H.(ed.)*, 78-108. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/092/htm/energia.htm>

Pérez, L., & Lozano, D. (2013). La emergencia de las cuestiones socio científicas en el enfoque CTSA. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 8(1), 23-35.

Petersen, KF, Dufour, S., Befroy, D., García, R. y Shulman, GI (2004). Actividad mitocondrial alterada en la descendencia resistente a la insulina de pacientes con diabetes tipo 2. *Revista de Medicina de Nueva Inglaterra*, 350 (7), 664-671.

Posner, G., et al. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66, pp. 211-227.

Ramírez, M., González, J., Santillán, E. (2009). Diabetes. Tratamiento nutricional. *Medicina Interna de México*, 25(6), 454-460.

Rico de Alonso et al. (2002), Proceso y Diseño de Investigación—Segunda parte - (disponible en medio electrónico--el correo del curso)

Rodríguez, G., Gil, J., & García, E. (1996). Tradición y enfoques en la investigación cualitativa. *Metodología de la investigación cualitativa*, 14.

Rodríguez, R. (2017). El aprendizaje significativo de conceptos químicos, un estudio en el contexto de la resolución de problemas y los estilos de aprendizaje. Tesis de grado doctoral.

Salinas, J. V. C., Reyes, E. G. M., & Escorza, M. A. Q. (2013). Estrés oxidativo y diabetes mellitus. *Revista de educación bioquímica*, 32(2), 53-66.

Salomón, P. (2012). Integración de la Tecnología Educativa en el Aula Enseñando Biología con las TIC. Buenos Aires, Argentina: Cengage Learning.

- Sarrias, J. S., & Contreras, Y. C. B. (2009). Material educativo computacional (MEC) una herramienta didáctica para enseñar carbohidratos. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*.
- Sampieri, R., & Mendoza, T. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4). México ED. F DF: McGraw-Hill Interamericana.
- Sevilla, O. A., Dublán, O., Gómez, L. M., López, L. X. (2013). Actividad inhibitoria sobre a-glucosidasa y a-amilasa de extractos acuosos de algunas especias utilizados en la cocina mexicana. *CienciaUAT*, 8(1), 42-47.
- Songer, C., & Mintzes, J. (1994). Understanding cellular respiration: An analysis of conceptual change in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), 621-637.
- Tamayo, O. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. *Itinerario educativo*, 27(62), 115-135.
- Villas, G., Rodrigues, J., de Oliveira, M., Dos Santos, R., Stefanello, A., Barbieri, F., & Belmal, C. (2020). Aqueous extract from *Mangifera indica* Linn. (Anacardiaceae) leaves exerts long-term hypoglycemic effect, increases insulin sensitivity and plasma insulin levels on diabetic Wistar rats. *Plos one*, 15(1), e0227105.
- Vullo, D. (2014). El desafío de enseñar y aprender metabolismo en cursos de grado.
- Yager, R. E. (1992). The Status of Science-Technology-Society: Reform Efforts around the World, International Council of Associations for Science Education ICASE. Yearbook, Petersfield, UK
- Zubiria, J. (2013). ¿Cómo diseñar un currículo por competencias? *Magisterio editorial*. https://books.google.com.co/books?id=TbVEBAAAQBAJ&pg=PA37&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false

ANEXOS

Anexo 1. Unidad Didáctica.



*Ilustración 28. Presentación de la Unidad Didáctica por medio de una cartilla.
Fuente: Autoras, 2020.*

- Unidad Didáctica desde página Web:

<https://sites.google.com/view/diabetesmellitusymangiferina/inicio>

- Unidad Didáctica digital:

https://www.canva.com/design/DAD_Q2lItkU/C29IBVplbsNeZtraV78bYg/view?utm_content=DAD_Q2lItkU&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink#6

Anexo 2. Matriz de categorías y Memos.

Palabra razón a investigar: Aprendizaje, competencias investigativas, construcción conceptual

Identificar el aporte del enfoque CTSA en el desarrollo de **competencias investigativas** y en el **aprendizaje de conceptos asociados al ciclo de Krebs** en un grupo de estudiantes universitarios, empleando un ambiente virtual de aprendizaje.

Objetivos Específicos

- Evaluar el nivel inicial de las competencias investigativas y **la construcción conceptual** de los conceptos asociados al ciclo de Krebs, a través de la aplicación de un instrumento preliminar dirigido a un grupo de estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Diseñar y aplicar una Unidad Didáctica construida bajo el enfoque CTSA, empleando actividades en el contexto de los productos naturales, en específico de las hojas de café, diseñadas en ambientes virtuales, **que promuevan el aprendizaje de los conceptos asociados al ciclo de Krebs** y el **desarrollo de competencias investigativas en los estudiantes**.
- **Evaluar el nivel de desarrollo de las competencias investigativas y el nivel de construcción conceptual**, usando criterios de evaluación que permitan verificar el aprendizaje obtenido

GRUPO CATEGORÍAS DE ANÁLISIS	CATEGORÍAS ANALISIS	SUBCATEGORÍAS ANALISIS	DEFINICIÓN DE CATEGORÍAS	CATEGORÍAS EMERGENTE	SUBCATEGORÍAS EMERGENTES	DEFINICIÓN DE SUBCATEGORÍAS
APRENDIZAJE DE CONCEPTOS ASOCIADOS AL CK Refiere a un grupo de categorías de análisis apriorísticas y emergentes que implican un constructo teórico estrechamente relacionado con los distintos momentos nutricionales del organismo, y las vías metabólicas que se activan o desactivan en situaciones de alteración metabólica y enfermedad, a fin de poder asimilar y construir conocimientos científicos de nuevas situaciones de aprendizaje, en donde se ubica al Ciclo de Krebs como eje central y se identifican los conceptos y procesos asociados, que son necesarios para su comprensión. Asimismo, se pretende integrar las distintas vías metabólicas a un enfoque fisiológico, que contemple las condiciones cotidianas que determinan la regulación de dichas vías: como la alimentación, el	ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN (ALM)	-Digestión de los alimentos. -Sistema digestivo. -Vitaminas. -Minerales -Macromoléculas -Ayuno e inanición -Nutrientes -Alimentación	Refiere a los conceptos y procesos químicos y biológicos, que constituyen el aprovechamiento o de los alimentos, con el fin de obtener nutrientes, vitaminas y minerales aprovechables para el cuerpo humano, desde la alimentación.	HÁBITOS ALIMENTICIOS Y ESTILO DE VIDA (HAEV)	-Hábitos alimenticios -Soporte nutricional -Calidad de Vida -Sedentarismo	Refiere a los cambios de actitudes y acciones que se ejecutan para tener un control en trastornos metabólicos o enfermedades, mediante dietas asignadas por profesionales de la salud.
	GENERACIÓN, RESERVA Y CONSUMO DE ENERGÍA (GRE)	-Cofactores Transportadores de electrones Bioenergética -Glucosa Glucogenólisis -Reserva de energía -Catabolismo Transformación de energía química. -Oxidación	Refiere a los procesos bioquímicos que se requieren para obtener energía química útil, con la finalidad de poder realizar los procesos vitales de las células del organismo vivo. Refiere al concepto de relacionar las transformaciones que experimentan los nutrientes, para obtener energía química útil y aprovechable para el cuerpo humano	PERDIDA FUENTE DE ENERGÍA (PE)	-Disminución glucogenólisis. -Exceso Acetil CoA. -Disminución piruvato. Inhibición glucogénesis -Resistencia insulina	Refiere a las alteraciones que sufren algunos procesos bioquímicos, que ocasionan la disminución o inactivación de los mismos, conllevando a la pérdida y aprovechamiento de energía química.
	METABOLISMO (M)	-Ciclo de Krebs. -Glucólisis. -Catabolismo. -Anabolismo. -Anfibólico. -Glucogénesis. -Glucogenólisis -Mitochondria. -Respiración celular. -Beta Oxidación. -Productos de desecho	Refiere a la sucesión de reacciones químicas y cambios biológicos catalizados por enzimas y que ocurren de manera constante en las células de los organismos vivos, con el fin de obtener energía en forma de ATP.	MODIFICACIÓN METABÓLICA (MM)	-Medicamentos hipoglucemiantes -Tratamientos médicos. -Estrés oxidativo. -Dislipemia. -Defecto genético. -Enfermedades metabólicas -Radicales libres. -Tipo de diabetes -Hiper glucemia -Alteración energética	Refiere al cambio bioquímico alterno que ocurre en las rutas metabólicas (Glucólisis, Ciclo de Krebs, Glucogénesis etc.), debido a las alteraciones biológicas y químicas, que conllevan a la sustitución o transformación de esas rutas metabólicas, en trastornos metabólicos o enfermedades.

ayuno o la diabetes, y el aprendizaje que se puede construir a partir del conocimiento de la química y la biología contextualizado en las aplicaciones de la bioquímica y la interacción con la sociedad, la política y el medio ambiente.	ACCIÓN PANCREÁTICA (AP)	-Insulina -Hormona -Enzima -Glucemia -Páncreas e Hígado	Refiere a los conceptos vinculados en la producción de la hormona Insulina, sus características y como esta influye en el metabolismo con su acción reguladora dentro de procesos metabólicos como la glucólisis y lipólisis.	FACTOR CETOGENICO (FC)	-pH sanguíneo. -Transportadores de Glucosa. -Deficiencia insulina -Ácidos grasos -Lipólisis -Resistencia insulina -Ayuno -Diabetes -Disminución piruvato -Exceso acetil coenzima A	Refiere a las causas y consecuencias en los procesos bioquímicos asociados al aumento y movilización de ácidos grasos dentro del organismo, por lo cual se describen las posibles causas que aumentan el desarrollo de cuerpos cetónicos, ya sea por alteraciones en el metabolismo, por factores externos como el ayuno prolongado o endógenos, como la disminución de la hormona insulina o la producción de hormonas hiperglucemiantes como la adrenalina o el glucagón.
	TRANSTORNOS, ALTERACIONES Y ENFERMEDADES METABÓLICAS (TAM)	-Inhibición -Cuerpos cetónicos. -Trastornos metabólicos. -Diabetes. -Lipogénesis -Cetoacidosis -Cetogénesis -Acidosis metabólica -Síntomas de Diabetes. -Deficiencia de insulina	Refiere a un desequilibrio en el organismo, donde son posibles rutas metabólicas alteradas que no permiten un proceso óptimo de generación de energía y promueven la síntesis de nuevas sustancias perjudiciales para la salud.	MODULACIÓN DEL METABOLISMO, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y TRATAMIENTO NATURAL (MOCAT)	-Mangiferina -Nutracéutico. -Antioxidantes. -Hábitos Saludables. -Alimentos funcionales. -Antioxidantes (Mangiferina). -Actividad reguladora. -Enzimas (amilasas, glucosidasas). -Modelo enzimático (Llave-cerradura) -Protones de hidrogeno -Transportadores de Glucosa.	Refiere a los compuestos químicos, que tienen la capacidad de prevenir las especies reactivas de oxígeno (ROS) o demás sustancias químicas que ocasionan la muerte de las células. Describe algunos compuestos bioactivos con potencial antioxidante, que se encuentran en material vegetal y ayudan a modular alteraciones metabólicas Refiere al tratamiento con medicamentos químicos y/o de origen natural necesarios para llevar a cabo el restablecimiento de procesos metabólicos, modulando las alteraciones metabólicas e inhibiendo la síntesis

						de sustancias perjudiciales.
	ENFOQUE CTSA	-Estilo de Vida -Contaminación ambiental -Contaminantes atmosféricos -Compuestos orgánicos persistentes COP -Implicaciones de la química y la tecnología en la sociedad (Parga, 2015) -Contenidos sociales a través de CTSA (Parga, 2015) -Población más vulnerable. -Cuestiones sociocientíficas.	Esta categoría se caracteriza por el contenido y conocimiento de la química y la biología contextualizado en las aplicaciones de la bioquímica y la interacción con la sociedad, la política y el medio ambiente.	Contempla asuntos sociales de la química y los relaciona con los llamados temas transversales como la educación para la salud. Se da prioridad a contenidos actitudinales, juicios de valor personales y reflexivos que conllevan a formular opiniones y posturas	Relaciona la naturaleza socioeconómica con el conocimiento científico y asocia cuestiones sociocientíficas con la CTSA, respecto a la incidencia de contaminantes atmosféricos	

DESARROLLO DE COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS Refiere a un grupo de categorías de análisis apriorísticas y emergentes que comprenden un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes, que buscan desarrollar capacidad analítica y argumentativa, un razonamiento crítico y reflexivo, la comunicación y el trabajo en equipo, con la finalidad de generar una interrelación entre los contextos científicos, sociales y culturales. De esta	CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1)	-Elaboración de enunciados. -Control gramatical. -Cohesión y coherencia. -Enunciados propios. -Interrelación CTSA. -Uso de conceptos científicos.	Refiere a la habilidad para hacer uso del lenguaje, es decir, para interpretar y expresar conceptos, a través, de discursos orales y escritos, a fin de generar temas transversales bajo contextos, sociales, culturales, científicos, tecnológicos y ambientales.	NO ELABORA ENUNCIADOS (H6)	-Enunciados incorrectos -Repetición de conceptos -No responde -No hay apropiación significativa del tema -No generan proposiciones.	No se realizan proposiciones de manera adecuada, debido a que únicamente se enuncian conceptos, pero no se evidencia la construcción de conocimientos significativos por medio de oraciones, con sentido y significado.
	CAPACIDAD ANALÍTICA Y ARGUMENTATIVA (H2)	-Relación conceptual. - Fundamentación teórica. -Claridad de contenidos. -Cuestiones socio científicas. -Generación de oraciones.	Refiere a un proceso mental que sirve para el estudio de problemas o realidades complejas y que refleja el nivel de argumentación, apropiación y construcción de un discurso. Esta categoría se basa en las relaciones existentes de las subcategorías como las creencias, la	NO PRESENTA CAPACIDAD ANALÍTICA NI ARGUMENTATIVA (H7)	-No hay abstracción de conceptos científicos. -No hay interpretación -Sin relación CK con diabetes -Repetición de enunciados de la unidad didáctica	No se identifica un proceso mental en el que se puedan resolver problemas o realidades complejas, por lo que no se evidencia una relación entre los conceptos científicos propuestos y su incidencia en contextos problemáticos y cotidianos. Además, se encuentra una falta de iniciativa por analizar y

manera, se integran las categorías de análisis que envuelven las competencias investigativas que se pretenden alcanzar en el desarrollo de la UD y se especifican las subcategorías de análisis que detallan los conceptos y argumentos que definen dichas competencias investigativas, para identificar su posible desarrollo o no.		-Uso de diferentes ciencias del conocimiento	generación de ideas propias que contienen claridad conceptual y que conllevan a una reflexión entre la relación socio científica y la salud como eje transversal			profundizar más allá de lo propuesto en la UD.
	PENSAMIENTO COMPUTACIONAL (H3)	-Identificación y Claridad del manejo de software -Comprensión del lenguaje químico. -Reconocimiento de datos. -Manejo de las TICs -Ligando. -Enzimas -Sitio activo. -Energía libre de unión. -Estabilidad molecular -Energía de inhibición -Enlaces puente de hidrógeno -Mangiferina	Refiere a un proceso de pensamiento o una habilidad de pensamiento humana que hace uso de enfoques analíticos y algorítmicos para formular, analizar y resolver problemas. Este proceso pretende estar plasmado, en la generación de la hipótesis a partir de la interpretación de los datos del software Autodock Refiere al acoplamiento molecular in silico, donde se puede	NO GENERA UN PENSAMIENTO COMPUTACIONAL (H8)	-No menciona el uso del software Autodock -No hay interpretación de las energías de inhibición y de la energía libre de Unión -No relaciona las energías con la formulación de hipótesis -No comprende ni relaciona el concepto de Acoplamiento Molecular y estudios in silico	Refiere a que no se construye un pensamiento o habilidad sobre el uso de algoritmos, fórmulas e interpretación de fuerzas intermoleculares (puentes de hidrógeno) para analizar y resolver problemas en el campo de la química computacional. Por otra parte, se da a conocer que no se interpretan los datos del software y no se tiene un manejo de este. Adicional no hace uso del conocimiento de la mecánica clásica, donde se define un
		-Acoplamiento Molecular	predecir la estabilidad e interacción molecular formada por el ligando Mangiferina y el receptor (proteína amilasa y glucosidasa) y que conlleve a formular una hipótesis que relacione la inhibición enzimática como alternativa al tratamiento de la diabetes.		-No hay confiabilidad, certeza y apropiación de estudios in silico al conocimiento químico.	determinado comportamiento y las propiedades de un sistema, si no que refieren al estudio de la química como algo netamente experimental y in vivo.
	HABILIDAD INVESTIGATIVA (H4)	-Criterios de búsqueda. -Utilización de fuentes fiables. -Identificación de problemas.	Refiere al uso del conocimiento de forma adecuada, a los criterios de búsqueda y a la utilización de fuentes confiables, que posibiliten afianzar habilidades para observar, preguntar, argumentar, indagar, sistematizar y consultar a fin de	NO EXPONE CRITERIOS DE INVESTIGACIÓN (H9)	-No hay consulta de fuentes fiables. -No identifica una posible solución ante la problemática planteada -No hay criterios de búsqueda investigativa.	Refiere que únicamente se evidencia la memorización de conceptos, pero no se agrega una argumentación con habilidades investigativas, como lo es el observar, preguntar, indagar, proponer y consultar en otras fuentes bibliográficas fiables.

			construir o desarrollar conocimiento científico.			
	TRABAJO EN EQUIPO (H5)	-Agrupación de ideas. -Argumentación -Generación de ideas propias. -Consensos. -Interacción entre grupos de trabajo	Esta categoría hace referencia a una alta interacción de los integrantes del grupo, donde se plantean consensos, se agrupan ideas, se realizan posibles debates, a fin de lograr una consolidación de argumentos.	NO HAY TRABAJO EN EQUIPO (H10)	-Se evidencia una baja consolidación de ideas colectivas. -Baja comunicación entre los miembros -Visión muy particular y no colectiva.	Esta categoría refiere a la baja interacción de algunos miembros en los grupos de trabajo, además de no encontrarse la disposición, las herramientas (espacio de interacción) y el tiempo para poder consolidar un buen trabajo en equipo.
NIVEL DE CONSTRUCCIÓN CONCEPTUAL Refiere a un grupo de categorías de análisis apriorísticas y emergentes, que comprende el	ASOCIACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE CONCEPTOS AL CK(AC)	-Conexión del CK dentro del metabolismo. -Identifica la acción de la Mangiferina dentro del CK. -Agrupar conceptos químicos entre el CK y los trastornos metabólicos. -Hace uso del CTSA para la	Refiere a la claridad existente de las relaciones entre los conceptos químicos de modo no arbitrario y sustancial, que son generados entre el CK y lo referente al metabolismo y sus alteraciones, permitiendo organizar, jerarquizar y relacionar conocimientos previos y posteriores	NO RELACIONA, NI ORGANIZA CONCEPTOS ASOCIADOS AL CK (NR)	-No se presenta articulación de conceptos para posibles explicaciones de fenómenos. -No se logra identificar agrupaciones de conceptos semejantes. -No hay una conexión dentro del metabolismo	Esta categoría hace referencia a la no identificación, relación y agrupación de conceptos químicos y científicos (oxidación, reducción, reacciones acopladas, protones, entre otras) alrededor del CK, el metabolismo y sus alteraciones. Asimismo, no logra construir un conocimiento significativo que
desarrollo y la construcción conceptual del Ciclo de Krebs alrededor del trastorno metabólico que ocurre en las personas con diabetes mellitus. En las categorías de análisis de este grupo de categorías se identifica si se asocia, organiza, describe y relaciona los conceptos asociados al CK con la investigación planteada en la UD: Estudio in silico de la Mangiferina, buscando reconocer la argumentación y el significado que se construye desde la integración de las vías metabólicas con los procesos fisiológicos y las cuestiones socio científicas que surgen del análisis de		explicación de los procesos metabólicos. - Jerarquización de conceptos asociados al CK dependiendo el nivel de importancia.	para la construcción significativa del CK Refiere a las relaciones jerárquicas en las que es posible identificar a los conceptos por su pertenencia a una categoría, donde un concepto genérico se considera superordinado de los otros conceptos más específicos.		con el efecto de la Mangiferina. -No genera relaciones con el modelo CTSA	relacione los diferentes procesos metabólicos con cuestiones socio científicas, considerándolos como procesos aislados.
	DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS ASOCIADOS AL CK. (DC)	-Enuncia conceptos químicos CK con alteraciones metabólicas. - Describe y asocia el CK con la Diabetes -Apropiación de conceptos y procesos relevantes en el metabolismo. -Demuestra apropiación de concepto al explicar e involucrarlo en	Refiere a la representación de un concepto a través del lenguaje, donde se aporta información en la construcción de una idea general. Se mencionan y relacionan conceptos como metabolismo, digestión, glucólisis, lipólisis, cetogénesis, lipogénesis, entre otros conceptos que tengan una relación directa con el CK y la diabetes.	ENUNCIADO INCORRECTO (EI)	-Afirmaciones falsas o equivocadas -Argumentación incorrecta	Refiere a unidades mínimas de lenguaje que pueden llegar a ser aseverativas, imperativas, interrogativas o exclamativas, donde es transmitida información que se puede evaluar como correcta o incorrecta, pero sin relación con el enunciado a priori (No brinda información o argumento que respalde su respuesta)

juicios de valor personales y reflexivos que conlleven a formular opiniones y posturas. A partir de esto se desarrollan tres categorías de análisis apriorísticas que permiten evidenciar el nivel de construcción conceptual y evaluar la apropiación de conceptos y procesos relevantes del metabolismo. Los parámetros que se tienen en cuenta se especifican en subcategorías de análisis, las cuales permiten identificar y describir si hay articulación conceptual y si se construye o no, un aprendizaje significativo.		proceso metabólicos.				
	ERROR CONCEPTUAL (EC)	-Desarticulación de conceptos -Confusión e inversión de conceptos -Obstáculo epistemológico de tipo puente (Garófalo, 2014) -Ideas cerradas y erróneas	Esta categoría refiere a la abstracción de los conceptos y procesos que los estudiantes aportan como respuesta a los cuestionamientos y que se encuentran interiorizadas en su modelo mental sin percatarse de los enunciados incorrectos o erróneos que están usando para argumentar la respuesta.	NO ARGUMENTA (NA)	-Sin respuesta. -Falta de construcción conceptual del CK y los conceptos asociados - obstáculo epistemológico de tipo brecha (Garófalo, 2014) -No expone razones ni a favor ni en contra de los enunciados. -No se evidencia un proceso de investigación o de respaldo teórico	Esta categoría refiere a la no organización del discurso el cual pretende conseguir la adhesión de la opinión con la construcción conceptual del CK y los conceptos asociados a su modelo mental, impidiendo generar estructuras de conocimiento previas que permitieran dar razones y argumentos a favor o en contra de enunciados, preguntas o formulaciones de soluciones a problemáticas.

Ilustración 29. Matriz de Categorías.
Fuente: Autoras, 2020.

MEMO	ETIQUETA
Hay tres grandes tipos de diabetes, las causas y los factores de riesgo son diferentes para cada tipo: 1. Diabetes tipo I: El cuerpo no produce o produce poca insulina y se necesitan inyecciones diarias de esta hormona. La causa exacta se desconoce. Se encuentra mayor posibilidad de generación de cuerpos cetónicos, lo que genera la modificación de la ruta metabólica. 2. Diabetes tipo II: La producción de insulina es parcial, y los receptores celulares de captación de la glucosa no son óptimos, lo que conlleva a ser mínima la producción de cuerpos cetónicos. 3. Diabetes gestacional: Es el azúcar alto en la sangre que se presenta en cualquier momento durante el embarazo en una mujer que no tiene diabetes, sin mayor presencia de cuerpos cetónicos. La diabetes tipo I a diferencia de la diabetes tipo II y gestacional, cambia su ruta metabólica a partir del aumento de la oxidación de los ácidos grasos (beta-oxidación), lo que genera que el Acetil CoA sintetizado a partir de los ácidos grasos (lipólisis) se desvíe y forme cuerpos cetónicos, sin ingresar al CK y provocando alteraciones metabólicas como la cetoacidosis diabética.	ALTERACIÓN DEL CICLO DE KREBS POR TIPO DE DIABETES

Aunque si esta presenta la ley de la conservación de la materia y la energía, las reacciones a nivel metabólico hacen uso de la materia orgánica que componen las macromoléculas.	
El azúcar no puede ser metabolizada por otro organelo diferente al citosol y la mitocondria.	METABOLISMO DE LA GLUCOSA
Aunque la insulina es importante para generar el proceso de transporte de la glucosa hacia los receptores de la célula, esta hormona no inhibe los pasos del ciclo de Krebs, ninguna enzima o molécula del CK se ve afectada directamente por la falta de insulina. Es la hormona activadora del transporte, ya que posee efectos en múltiples órganos que se podrían clasificar en agudos; y afectan principalmente el metabolismo de carbohidratos, debido a que es un estímulo de la captación de glucosa, mediante el favorecimiento de la traslocación de los glucotransportadores GLUT-4 a la membrana plasmática en músculo y tejido adiposo (Anaya & Ariza, 2005). La insulina es la hormona hipoglucemiante. Como tal, su función primaria es reducir la concentración de glucosa en sangre (glucemia) promoviendo su transporte al interior de las células, pero sólo actúa en este sentido sobre el tejido adiposo (adipocitos), el músculo (fibras musculares o miocitos) y el corazón (fibras cardíacas o miocardiocitos). La insulina realiza esta función activando el transportador de glucosa GLUT4, que sólo se encuentra en la membrana plasmática de esas células. La glucosa es una sustancia poco polar, y como tal puede difundir libremente por las membranas de las células. Sin embargo, todas las células tienen transportadores específicos de glucosa para acelerar su tránsito a través de sus membranas, pero el único transportador dependiente de insulina está sólo en las células citadas, las cuales tienen además transportadores no dependientes de insulina.	ACTIVACIÓN DEL TRANSPORTE DE LA GLUCOSA

La diabetes es hiperglucemia que es sobrecarga de carbohidratos, eliminación insuficiente de glucosa y/o sobreproducción de glucosa. La no eliminación de la glucosa puede ser producción insuficiente de insulina, insensibilidad a la glucosa, uso deteriorado de las enzimas que actúan sobre los carbohidratos en los procesos de glucólisis y CK, procesos oxidativos y sobreproducción de glucosa (Fomenko & Chi, 2019) La Diabetes tipo 1 es una enfermedad autoinmune que suele presentarse en la niñez, asociada a una infección vírica, o mas frecuentemente en la edad juvenil, como consecuencia de un episodio emocional grave, que ha producido fuertes y persistentes descargas de adrenalina.	CAUSAS DE LA DIABETES
La respiración celular o respiración interna es un conjunto de reacciones bioquímicas por las cuales determinados compuestos orgánicos son degradados completamente, por oxidación, hasta convertirse en sustancias inorgánicas, proceso que proporciona energía aprovechable para la célula (principalmente en forma de ATP). La glucosa entra en las células por medio de proteínas transportadoras específicas y tiene un destino principal: fosforilarse mediante el ATP y formar glucosa 6-fosfato. Este paso es notorio por dos razones, la G-6P no puede difundirse a través de la membrana debido a que no es sustrato de los transportadores de glucosa y la adición del grupo fosforilo desestabiliza la glucosa, facilitando así su metabolismo posterior.	REACCIONES CELULARES

Si el metabolismo de glúcidos y lípidos está equilibrado el destino del acetil-CoA que proviene de la α -oxidación será su oxidación final a CO_2 y H_2O mediante el ciclo del ácido cítrico o bien a la biosíntesis de ácidos grasos. Existen circunstancias como el ayuno, la diabetes o cualquier situación de incapacidad de obtener glucosa, en las que el organismo utiliza una ruta biosintética que garantice la formación necesaria de glúcidos, de manera que, el oxalacetato, que es la molécula inicial del ciclo del ácido cítrico se utilice para la formación de glucosa, de esta forma la molécula de oxalacetato no es accesible para su condensación con el acetil-CoA obtenido a partir de la beta-oxidación. En estas condiciones dicha molécula de acetil-CoA se utiliza para la formación de cuerpos cetónicos a partir de la cetogénesis.	FORMACIÓN DE CUERPOS CETÓNICOS
La glucosa es tóxica aparte de ser un nutriente necesario para muchas actividades metabólicas, la glucosa es un potente reactivo químico que ataca a muchos productos, especialmente a las proteínas formando derivados glicosilados que anulan su actividad. Una proteína glicosilada pierde su función. Como la glucosa es necesaria para muchas actividades metabólicas tiene que estar siempre en la sangre en una concentración determinada (80-100) mg/100 ml, pero a partir de ese rango su toxicidad produce graves problemas. Es inevitable que un cierto porcentaje de las proteínas sea atacado por la glucosa, eso aumentará si se mantiene alta la concentración de glucosa en sangre. Hemoglobina glicosilada Se puede tener una estimación del daño general que produce la glucosa sobre las proteínas midiendo la glicosilación de la hemoglobina ya que es una proteína muy abundante (con gran valor estadístico), fácil de extraer y su forma glicosilada se reconoce bien con métodos analíticos sencillos. Un 7,5%	HEMOGLOBINA GLICOSILADA
Las moléculas energéticas son compuestos carbonados susceptibles de ser oxidados mediante pérdida de electrones. El CK incluyen una serie de reacciones de oxidación-reducción que conducen a la oxidación de un grupo acetilo hasta dos moléculas de dióxido de carbono. Esta oxidación genera electrones de alta energía que van a utilizarse para potenciar la síntesis de ATP. La función específica del CK es la producción de electrones de alta energía a partir de combustibles carbonados.	FUNCIÓN DEL CK
Los carbohidratos, principalmente la glucosa, son procesados en la glicolisis hasta piruvato. En condiciones anaerobias, dependiendo el organismo, el piruvato se transforma en ácido láctico o en etanol. En condiciones aerobias, el piruvato es transportado al interior de la mitocondria mediante una proteína transportadora específica, integrada a la membrana mitocondrial. En la matriz mitocondrial, el piruvato sufre una descarboxilación oxidativa mediante el complejo piruvato deshidrogenasa para dar acetil-coA. $\text{Piruvato} + \text{CoA} + \text{NAD}^+ \longrightarrow \text{acetil-coA} + \text{CO}_2 + \text{NADH} + \text{H}^+$ Esta reacción irreversible es la conexión entre la glicolisis y el ciclo del ácido cítrico. En la preparación para su entrada en el ciclo del ácido cítrico del piruvato derivado de la glucosa, tiene lugar una descarboxilación oxidativa y se capturan electrones con alto potencial de transferencia, en forma de NADH. Por lo tanto, la reacción de la piruvato deshidrogenasa tiene muchos de los aspectos claves de las reacciones del ácido cítrico en sí mismo.	EL PIRUVATO DESHIDROGENASA CONECTA LA GLICOLISIS CON EL CICLO DEL ACIDO CITRICO.
Se puede obtener glucosa a partir del piruvato, sin embargo, la formación de acetil-CoA desde piruvato es un proceso irreversible en los animales y por tanto estos son incapaces de reconvertir el acetil coA en glucosa. La descarboxilación oxidativa del piruvato a acetil-CoA dirige a los átomos de carbono de la glucosa hacia dos destinos	DESCARBOXILACION DEL PIRUVATO UN PROCESO IRREVERSIBLE

Las hormonas glucagón y adrenalina, presentes en situaciones de ayuno y ejercicio, estimulan la liberación de ácidos grasos de los triacilglicérolos del tejido adiposo, que serán liberados a la sangre y posiblemente capturados por el tejido muscular, donde se emplearán de inmediato como combustible.	REGULACIÓN POR GLUCAGÓN Y ADRENALINA.
La velocidad del CK aumenta durante el ejercicio, lo que requiere la reposición del oxalacetato y el acetilCoA. El oxalacetato se repone mediante su formación a partir del piruvato. El acetilCoA puede obtenerse del metabolismo del piruvato como de los ácidos grasos.	VELOCIDAD CK.
La cetoacidosis diabética es causada por una deficiencia grande de insulina, junto con un exceso de glucagón, y viene acompañada frecuentemente por aumento de otras hormonas relacionadas con el estrés. Los principales trastornos metabólicos son hiperglucemia, cetonemia excesiva y cetonuria. Aunque la tasa de mortalidad ha disminuido, el porcentaje oscila entre el 6 y 10%. Al contrario que la cetosis fisiológica, producida por inanición, en la cual la secreción de insulina por las células beta del páncreas limita la disponibilidad de ácidos grasos libres para el hígado, esta restricción está ausente en los individuos diabéticos y, como consecuencia de ello, la concentración de ácidos grasos libres en el plasma llega a niveles muy elevados como 4 mM, lo cual impulsa la producción hepática de cuerpos cetónicos a la máxima velocidad. El tratamiento de la cetoacidosis diabética depende de la gravedad de las anomalías metabólicas y del equilibrio hídrico y de electrolitos en los tejidos. La insulina es básica, disminuye los niveles plasmáticos de glucagón, se opone a los efectos catabólicos de éste en el hígado, inhibe el aporte de sustratos cetogénicos y glucogénicos (ácidos grasos libres y aminoácidos) provenientes de la periferia, y en los tejidos diana estimula la captación de glucosa.	PRINCIPALES TRANSTORNOS METABÓLICOS DE LA DM
La insulina Inhibe la secreción de glucagón por las células alfa pancreáticas el significado de la hormona cuya función es reducir la glucosa de la sangre no es un proceso para suministrar combustible de energía a las células para diferentes propósitos, sino sólo una vía para nivelar la glucemia. la actividad de la insulina está relacionada con el estado homeostático global del cuerpo, cuya función es mantener el nivel de glucosa en sangre baja, obligando a su consumo por algunas células particulares, en lugar de a las necesidades de energía interna de las células. La breve duración de insulina (unos minutos), demuestra que su función es resolver estados críticos de emergencia o de peligro. La insulina no es una hormona necesaria para permitir a las células a consumir glucosa, sino sólo un dispositivo para forzar su consumo rápido, a fin de reducir el nivel de glucosa en sangre cuando la dieta tiene exceso de hidratos de carbono, o cuando otras hormonas (principalmente adrenalina) la han elevado demasiado, y la actividad del cuerpo no ha sido capaz para dar cuenta para ello (un estrés no resuelto).	FUNCIÓN DE LA INSULINA

La diabetes es hiperglucemia que es sobrecarga de carbohidratos, eliminación insuficiente de glucosa y/o sobreproducción de glucosa. La no eliminación de la glucosa puede ser producción insuficiente de insulina, insensibilidad a la glucosa, uso deteriorado de las enzimas que actúan sobre los carbohidratos en los procesos de glucólisis y CK, procesos oxidativos y sobreproducción de glucosa (Fomenko & Chi, 2019) La Diabetes tipo 1 es una enfermedad autoinmune que suele presentarse en la niñez, asociada a una infección vírica, o mas frecuentemente en la edad juvenil, como consecuencia de un episodio emocional grave, que ha producido fuertes y persistentes descargas de adrenalina.	CAUSAS DE LA DIABETES
La mangiferina actúa inhibiendo la acción enzimática de la alfa glucosidasa y la alfa amilasa, que son las dos enzimas responsables de la hidrólisis de carbohidratos complejos de cadena larga en moléculas de glucosa de cadena simple, garantizando el retraso en el aumento post prandial hiperglucémico después de la comida, con el propósito de disminuir el metabolismo de los hidratos de carbono.	ACCIÓN DE LA MANGIFERINA
Estas enzimas son las que actúan en la ruptura de los enlaces de oligosacáridos (sacarosa, maltosa y otros oligosacáridos) en monosacáridos (glucosa, fructosa o galactosa). La acción empieza desde la masticación donde se encuentran las enzimas salivares, hasta llegar al páncreas, donde se encuentran las pancreáticas.	FUNCIÓN DE LA ALFA AMILASA Y LA ALFA GLUCOSIDASA
La carga energética regula el metabolismo. Altas concentraciones de ATP inhiben las velocidades relativas de una vía típicamente generadora (catabólica) y estimulan las vías típicamente utilizadoras (anabólicas). Los niveles elevados de ATP y citrato indican que la carga energética es alta y abundan los intermediarios biosintéticos. El ATP y el citrato inhiben a la fosfofructoquinasa mientras activa a la fructosa 1,6-bisfosfatasa, en estas condiciones la glicólisis prácticamente se desconecta y se promueve la gluconeogénesis. El citrato da cuenta del estado del CK que es la vía primaria para oxidar los combustibles en presencia de oxígeno. Niveles altos de citrato indican una situación rica en energía y presencia de precursores para la biosíntesis.	LA CARGA ENERGÉTICA GLUCOLISIS/ GLUCONEOGÉNESIS
Hay situaciones en las cuales este equilibrio se altera, por ejemplo, en la Diabetes (DBT), en esta enfermedad existe incapacidad de metabolizar Glucosa y es necesario obtener energía a partir de la oxidación de Ácidos Grasos en mayor proporción de lo que es habitual en sujetos normales. El incremento del catabolismo de Ac. Grasos aumenta la producción de Acetil- CoA, mientras que la oferta de Piruvato se reduce, pues no se cataboliza Glucosa. El acetil CoA es oxidado en el ciclo de Krebs solo si hay suficiente oxalacetato (Intermediario del ciclo). Este oxalacetato se regenera en cada vuelta y además se forma a partir del piruvato Diagram illustrating the formation of Oxaloacetate from Pyruvate: $\text{Pyruvate} + \text{CO}_2 \xrightarrow[\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i]{\text{Biotina}} \text{Oxaloacetate}$	EL OXALACETATO DE SE FORMA DEL PIRUVATO

La diabetes es una enfermedad metabólica en la cual la persona afectada tiene poca o nula insulina o fallan los receptores para esta. ¿Qué sucede si no hay insulina? Si no hay insulina la glucosa proveniente de los carbohidratos no puede entrar a la célula, por lo tanto, no se produce glucólisis y por ende no hay piruvato. Por lo que ocurre la lipólisis el proceso catabólico que permite la movilización de lípidos que constituyen la reserva de combustible en el tejido adiposo hacia los tejidos periféricos para cubrir las necesidades energéticas del organismo. La imposibilidad de oxidar acetatos en el Ciclo de Krebs produce su acumulación y desvió hacia la formación de CC. El incremento de acetoacetato y ácido Beta-Hidrobútrico es causa de Acidosis Metabólica	
La formación de acetilCoA desde el piruvato es un proceso irreversible en los animales y por lo tanto estos son incapaces de reconvertir el acetilCoA en glucosa. Los intermediarios del CK deben ser repuestos cuando se utilizan para la biosíntesis. El oxalacetato puede convertirse en aminoácidos para la síntesis de proteínas. A menos que se formen oxalacetato de Novo, el CK funcionará bajo mínimos ya que no podrá entrar acetil CoA para condensarse con el oxalacetato, es decir debe haber unas concentraciones mínimas que garanticen el funcionamiento del ciclo. El oxalacetato se repone por la carboxilación del piruvato en una reacción catalizada por la enzima piruvato carboxilasa en presencia de biotina. Piruvato + CO₂ + ATP + H₂O → Oxalacetato + ADP + Pi + 2H⁺ Si hay una carga energética alta, el oxalacetato se transforma en glucosa, pero si la carga energética es baja, el oxalacetato se incorpora al CK. La síntesis del oxalacetato por carboxilación del piruvato es un ejemplo de reacciones anapleróticas que conduce hacia la síntesis o reposición de componentes para la formación de cualquiera de los intermediarios del ciclo.	EL CK DEBE SER CAPAZ DE REPONERSE CON RAPIDEZ

Referentes:

- Anaya, M., & Ariza, S. (2005). Acción insulínica y resistencia a la insulina: aspectos moleculares. *Revista de la Facultad de Medicina*, 53(4), 233-243.
- Chávez, M., Lemus, R., Robeles, F., Yépez, C., Hernández, G., Padilla, C., & van der Goes, F. (2016). La diabetes, una enfermedad que integra a la bioquímica ya la histología. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 59(4), 46-55.
- Fomenko, E., & Chi, Y. (2019). Modulación de mangiferina del metabolismo y síndrome metabólico.
- Ribas, M., Flórez, I., & González, M. (2016). La respiración de las plantas. *Fundamentos de fisiología vegetal*.
- Berg, J. M., Tymoczko, J. L. & Stryer, L. (2008). *Bioquímica. Sexta edición*. Versión española. Barcelona. Reverté. Pp. 420-600
- Meléndez Hevia (2008-2016). Instituto de Metabolismo Celular (IMC). Diabetes y metabolismo.

Ilustración 24. Memos.

Fuente: Autoras, 2020.

Anexo 3. Muestra de compendio de citas generadas por ATLAS ti V.8.

A partir del programa Atlas ti V.8. se genera un documento Excel denominado compendio de citas que contiene 598 citas de las diferentes actividades de los estudiantes, las cuales se categorizan con la matriz de categorías y son comentadas a partir de Memos y evaluadas con rúbricas y lista de cotejos. A continuación, se da una muestra general de 8 citas que comprenden el compendio.

Tabla 7. Muestra del compendio de citas generado por ATLAS ti. V8.

ACTIVIDAD	CITA	COMENTARIO	CATEGORIAS
	Porque una persona en estado de inanición que tiene grasa, el tejido adiposo le funciona como reserva de energía para las células y puede permitirle vivir un tiempo y una	Se evidencia la ausencia de insulina como un factor cetogénico. No se reconoce totalmente las verdaderas causas de la patología en la diabetes, puesto que no se reconocen las diferentes complicaciones crónicas que se genera al tener altos niveles de	FACTOR CETOGÉNICO PERDIDA FUENTE DE ENERGÍA

Taller Ambientech	persona que padece diabetes al presentar fallas con la hormona de insulina no puede transportar glucosa a las células y por ende no genera energía y fallece. se acumula en la sangre y genera cetoacidosis diabética, y algunos de estos cuerpos cetónicos, al igual que la glucosa sobrante, se eliminan a través de la orina.	glucosa en sangre. Se evidencia un aprendizaje al referirse a la formación de cuerpos cetónicos, tema abordado en la fase 1 en del foro 1. Se identifica el dogma de pérdida de fuente de energía casi en su totalidad por la falta de metabolización de la glucosa. No se contemplan los ácidos grasos como una fuente alternativa.	
Instrumento inicial	La diabetes es una enfermedad relacionada con la dificultad que tiene la persona para asimilar la glucosa ya que esta no se puede degradar de manera correcta. La relación sería en los procesos anteriores al ciclo de Krebs donde no se es posible preparar dicha glucosa para entrar el ciclo.	Se evidencia una relación del ciclo de Krebs con la diabetes, se menciona una Inhibición de la ruta glucolítica anterior al CK (Glucólisis) como un proceso directo y responsable de la alteración metabólica que se presenta cuando no es posible asimilar la glucosa. Reconoce y analiza la alteración metabólica y la relaciona con la acción de la insulina en el cuerpo. Describe, reconoce, interrelaciona, explica las causas. Expone con claridad el conjunto de contenidos conceptuales y procedimentales (Intermedio). Se organiza la información parcialmente, elaborando enunciados lo que permite hacer descripciones de forma clara (Intermedio). MEMO: EL piruvato deshidrogenasa conecta la glicolisis con el ciclo del ácido cítrico.	-ALTERACIONES, Y TRANSTORNOS, Y ENFERMEDADES METABÓLICAS. -CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1). -ASOCIACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE CONCEPTOS AL CK(AC)
Foro 1	En la mayoría de los casos, las enfermedades que se presentan están directamente relacionadas con el estilo de vida y la alimentación; por ejemplo, una vida de sedentarismo, malos hábitos alimenticios y la herencia genética son factores determinantes que agravan cualquier situación	Comprende como diferentes estilos de vida que presenta la población repercuten en el bienestar y la salud de las personas, con la finalidad de tomar conciencia y valoración de una vida saludable.	-ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN. -HÁBITOS Y ALIMENTICIOS ESTILO DE VIDA

Instrumento Inicial	La diabetes mellitus es una enfermedad que afecta directamente los procesos metabólicos a nivel celular debido a que al mostrar altos niveles del carbohidrato monosacárido llamado glucosa presente en la sangre, el cuerpo no puede producir suficiente insulina la cual es una hormona encargada del aprovechamiento metabólico de nutrientes y principalmente de regular la cantidad de glucosa en el organismo. Es por esta razón que el ciclo de Krebs se ve afectado ya que no va a haber un correcto transporte de la glucosa a la célula y ésta va a quedar en el plasma	Describe, reconoce, interrelaciona, explica las causas de la diabetes, pero no se ofrece una solución. Expone con claridad el conjunto de contenidos conceptuales, se ubica en un nivel avanzado. Por parte de la capacidad comunicativa se logra identificar organización de la información, con coherencia y cohesión, se hace uso de conceptos científicos y diferentes teorías, ubicándose en un nivel intermedio. Se identifica la inactivación de la insulina como la responsable de limitar el buen funcionamiento del metabolismo. El grupo de trabajo consolida sus ideas de una manera clara y coherente, y analiza las posibles consecuencias que contrae la falta de producción de insulina y el bajo transporte de glucosa a la célula. Refiere a los conceptos vinculados en la producción de la hormona Insulina, sus características y como esta influye en el metabolismo con su acción reguladora dentro de procesos metabólicos como la glucolisis y lipolisis.	-CAPACIDAD ANALÍTICA Y ARGUMENTATIVA (H2). -CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1). -PERDIDA FUENTE DE ENERGÍA
Foro 1	Cuando se acaba el glucógeno almacenado en el hígado y el flujo de glucosa se ve comprometida, la oxidación de ácidos grasos tiene como consecuencia la producción de cuerpos cetónicos. Estas sustancias generan alteraciones negativas las cuales pueden producir la hiperglucemia, ya que disminuyen las concentraciones de fructosa 2,6-fosfato en el hígado, lo que altera la actividad de la fosfofructoquinasa y de la fructosa 1,6-bifosfatasa. Estas	Se reconoce una habilidad investigativa, pues se recurre a fuentes bibliográficas que puedan explicar las rutas alternas de a glucosa por afectación de la oxidación de ácidos grasos Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes.	-CAPACIDAD ANALÍTICA Y ARGUMENTATIVA (H2). -CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1). -DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS ASOCIADOS AL CK (DC). -FACTOR CETOGÉNICO. -HABILIDAD INVESTIGATIVA

	alteraciones hepáticas desplazan la manipulación del piruvato hacia la síntesis de glucosa y lo apartan de la glucólisis. Además, promueven la glucogenólisis		
Foro 2	Por ende, desde nuestro punto de vista, los hábitos alimenticios serían la mejor forma de prevenir enfermedades como las diabetes mellitus. Estamos de acuerdo con que los niños pueden ser uno de los grupos más vulnerable a los contaminantes, por la inmadurez del sistema respiratorio e inmune, pero hay que tener claro del nivel económico también es un factor externo que afecta al igual que algunas patologías que ya presenté la persona independientemente la edad en la que se encuentre.	Se evidencia trabajo en equipo: Esta categoría hace referencia a una alta interacción de los integrantes del grupo, donde se plantean consensos, se agrupan ideas, se realizan posibles debates, a fin de lograr una consolidación de argumentos.	-CAPACIDAD ANALÍTICA Y ARGUMENTATIVA (H2). -CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1). -ENFOQUE CTSA. -HÁBITOS ALIMENTICIOS Y ESTILO DE VIDA. -TRABAJO EN EQUIPO (H5).
Foro 1	El déficit de insulina también reduce las concentraciones de GLUT4, que trastorna la captación de glucosa por el músculo esquelético y el tejido graso. Estos cambios hormonales promueven la lipólisis y así aumenta la liberación de ácidos grasos libres. La hiperglucagonemia altera el metabolismo hepático favoreciendo la formación de cuerpos cetónicos a partir de estos ácidos grasos	Se identifica la categoría Acción Pancreática puesto que refiere a conceptos vinculados a la producción de la hormona insulina y cómo influye en el metabolismo. Hay una relación constante entre la captación de glucosa y de la hormona insulina, como responsable del desencadenamiento de rutas metabólicas que reflejan la actividad regulatoria y enzimática. No se identifica la captación diferenciada de glucosa en diferentes tejidos y órganos según los requerimientos energéticos de la célula. Sin embargo, se asume los transportadores de membranas como esenciales en el proceso de "marcado" para el transporte de glucosa a la mitocondria. Refiere al	-FACTOR CETOGÉNICO. -ACCIÓN PANCREÁTICA.

		Transportador de glucosa GLUT4, el cual disminuye la captación de glucosa en ausencia de insulina	
Hipótesis	La mangiferina podría contribuir significativamente a la mitigación de la diabetes mellitus, porque gracias a su capacidad antioxidante puede combatir especies reactivas del oxígeno; además permite la formación de complejos más estables evitando así las reacciones de Fenton que generan radicales libres y que aportan a la complicación de los cuadros de salud y las alteraciones del metabolismo por contaminación atmosférica, lo anterior teniendo en cuenta que la contaminación del aire es una fuente de radicales libres.	La hipótesis presenta cohesión y coherencia, además de relacionar las propiedades de la mangiferina en el metabolismo. Sin embargo, no presenta la capacidad de relacionar las técnicas modernas en informática y comunicaciones aplicadas a la química, que genere un alcance correlacional o explicativo, entre la mangiferina y los trastornos metabólicos. Por lo que únicamente esta hipótesis presenta la competencia comunicativa, pero no un desarrollo en la habilidad investigativa pensamiento computacional (H3)	-CAPACIDAD COMUNICATIVA (H1). -ENFOQUE CTSA. -MODULACIÓN DEL METABOLISMO, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y TRATAMIENTO NATURAL. -NO GENERA PENSAMIENTO COMPUTACIONAL (H8).
Instrumento final	Hay que recordar que cada molécula de $\text{NADH}+\text{H}^+$ que alimenta a la cadena de transporte de electrones, da como resultado 2,5 moléculas de ATP, y cada FADH_2 , 1,5 moléculas de ATP. Una vez que se cubren las necesidades energéticas de la célula, la glucosa-6-fosfato empieza a utilizarse para formar glucógeno o bien ácidos grasos (energía almacenada).[LG178] Otra vía que emplea a la glucosa-6-fosfato es la de las 'pentosas'; uno de sus metabolitos es el $\text{NAD(P)H}+\text{H}^+$; este equivalente reductor puede ser utilizado en	Describe otras rutas metabólicas que se pueden llevar a cabo al ingresar glucosa en el cuerpo humano. Debido a esto se puede identificar que se desarrolla la competencia investigativa de las habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes	-HABILIDAD INVESTIGATIVA.

	la biosíntesis de los ácidos grasos, así como en los sistemas antioxidantes y por la vía de los 'polioles'		
--	--	--	--

Fuente: Autoras, 2020.

Anexo 4. Grupo de categoría 1 – códigos.

Etiquetas de fila	▼ Suma de Enraizamiento
ALTERACIONES , TRANSTORNOS METABÓLICOS Y ENFERMEDADES METABÓLICAS	108
GENERACIÓN, RESERVA Y CONSUMO DE ENERGÍA (GRE)	67
ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN	57
ACCIÓN PANCREÁTICA (AP)	56
METABOLISMO (M)	55
MODULACIÓN DEL METABOLISMO, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y TRATAMIENTO NATURAL	55
CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS	52
FACTOR CETOGENICO	44
PERDIDA FUENTE DE ENERGÍA	32
MODIFICACIÓN METABÓLICA	32
HÁBITOS ALIMENTICIOS Y ESTILO DE VIDA	32
Total general	590

Ilustración 30. Valores correspondientes a cada código del grupo de categorías 1.

Fuente: Autoras, 2020.

Anexo 5. Rubricas de evaluación.

UNIDAD DIDÁCTICA

LA DIABETES MELLITUS, UNA ALTERACIÓN EN EL METABOLISMO.

Visión General:

Cuando nos alimentamos ocurre un proceso natural endógeno llamado metabolismo, que ha permitido la supervivencia de los organismos vivos y el desarrollo de la vida, puesto que comprende el conjunto de reacciones químicas que transforma las moléculas constituyentes de los alimentos para que puedan ser digeridas y transportadas a los diversos tejidos, órganos y sistemas del cuerpo humano, con la finalidad de que se mantengan todas las funciones vitales.

Para sensibilizar la importancia que tiene el metabolismo y la nutrición para la obtención de energía en el cuerpo, la presente unidad didáctica propone una serie de experiencias dirigidas a estudiantes que se encuentran cursando el espacio académico énfasis disciplinar II, del programa de Licenciatura en Química de la Universidad pedagógica Nacional, y en donde se pretende generar un aprendizaje significativo sobre el metabolismo y su importancia. Se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Es posible producir competencias investigativas desde la construcción de conceptos asociados al ciclo de Krebs, por medio de trastornos metabólicos, como la diabetes mellitus, basado en el estudio de productos naturales mediante un ambiente virtual de aprendizaje?

Los estudiantes comienzan la unidad didáctica con dos videos, como un recurso didáctico que permite contextualizar y explicar las transformaciones químicas que sufren los alimentos dentro del organismo. En un primer momento, se hace un recuento sobre el metabolismo y las vías metabólicas que permiten la obtención de energía (Glucolisis, Ciclo de Krebs y Cadena transportadora de electrones). Posteriormente se plantea un foro que socializa una enfermedad que se manifiesta a nivel macro en el cuerpo humano, la acidosis diabética, pues existe una estrecha relación entre las dolencias y malestares con los problemas metabólicos y procesos fisiológicos que tienen lugar en el organismo cuando se padece dicha enfermedad.

Para el desarrollo de esta actividad se emplea el software *Autodock*, el cual es un conjunto de herramientas de acoplamiento automatizadas diseñadas para predecir cómo las moléculas pequeñas, como sustratos o candidatos a fármacos, se unen a un receptor de estructura 3D conocida. El método que se usa es el método de acoplamiento molecular “docking molecular”, el cual predice la orientación preferida de una molécula a una segunda cuando se unen entre sí para formar un complejo estable. El propósito es poder vincular la mangiferina, un compuesto bioactivo que podría inhibir competitivamente la α glucosidasa y evitar que hidrolice los disacáridos a monosacáridos, disminuyendo su nivel en plasma. Existen evidencias de una serie de compuestos con estructuras similares a los oligosacáridos que tienen actividad inhibidora, por lo que se propone como candidato la mangiferina, una xantona glicosilada, en comparación a fármacos como la acarbose, que son usados actualmente en el tratamiento de la diabetes.

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, la unidad didáctica está separada en tres fases, a continuación, se hará un breve resumen del contenido con su principal objetivo. La fase I, está planteada como una actividad de orientación, desde las generalidades del metabolismo y la alteración metabólica causada por la acidosis diabética. Se pretende obtener como resultado de aprendizaje el desarrollo de un mapa conceptual que implica los procesos de jerarquización y subordinación de los conceptos claves del ciclo de Krebs y la solución de una pregunta en un foro que permita desarrollar la postura del estudiante en un escrito frente a un trastorno metabólico.

La fase II, se basa en el planteamiento de un ensayo por parte de los estudiantes que comprende el tema de las alteraciones metabólicas, haciendo uso de las diferentes micro actividades, como un foro, la metodología de casos clínicos y plataformas educativas virtuales, como lo es AMBIENTECH, que son herramientas didácticas que permiten la construcción de un aprendizaje significativo y reflexivo. Para la construcción del ensayo los y las estudiantes tendrán apoyo de referentes bibliográficos que permitan comprender los avances tecnológicos que se emplean para el desarrollo de investigaciones biomédicas.

Por último, la fase III, está planteada desde la construcción de una hipótesis sobre la acción de la mangiferina en las alteraciones metabólicas, en específico la diabetes mellitus, usando como recursos didácticos: infografías, una historieta y dos videos explicativos para descargar y manejar Autodock. Se propone como actividades crear una metodología de laboratorio y un estudio in silico que se realiza basado en el artículo denominado “Mangiferin from *Mangifera indica* fruits reduces post-prandial glucose level by inhibiting α -glucosidase and α -amylase activity” por medio del software Autodock.

Propósito de Unidad Didáctica: Promover el desarrollo de competencias investigativas, articulando los saberes teóricos, metodológicos, prácticos y avances tecnocientíficos a partir de la búsqueda, selección, análisis y valoración de diversas fuentes de información, con el fin de promover y guiar procesos de aprendizaje flexibles, diversificados y significativos en la introducción del tema de procesos metabólicos y sus alteraciones, en específico la diabetes mellitus y el ciclo de Krebs.

Conocimientos previos para la Unidad Didáctica: Estructuras básicas del sistema digestivo (boca, esófago, estómago, hígado, intestino delgado, intestino grueso, recto y ano), carbohidratos, proteínas, lípidos, célula, reacciones químicas.

Ilustración 31. Visión general de la Unidad didáctica.

Fuente: Autoras, 2020.

Planeación general de la unidad didáctica.

Sesión	Actividad	Pregunta orientadora	Palabras claves	Desempeños esperados
1	1.1 Video Respiración celular 1.2 Foro: BENEFICIO O PERJUICIO: Los trastornos metabólicos pueden producir cuerpos cetónicos.	1.1 ¿En qué lugar de las células se encuentran todas las condiciones necesarias para la completa degradación de sustancias orgánicas en presencia de oxígeno para la obtención de energía? 1.2 ¿Alguna vez te has detenido a pensar lo que implicaba antes de 1920 un diagnóstico de diabetes tipo 1?	Metabolismo Rutas metabólicas Glucólisis Ciclo de Krebs Respiración celular Mitocondria Cuerpos cetónicos B- Oxidación	Capacidad para comunicar información e ideas de manera organizada y escrita.
2	2.1 Taller: <u>Ambientech</u> "Todo Sobre La Diabetes" 2.2 Actividad: Diabetes Mellitus: Una mirada desde los casos clínicos. 2.3. Lectura y foro denominado: "Medio ambiente, salud y diabetes"	2.1 ¿La diabetes se puede producir por causas hereditarias o se genera por desórdenes alimenticios? 2.2 ¿Es posible, determinar el nivel de evolución de las alteraciones metabólicas, por medio de casos clínicos? ¿Se podrá establecer algún tratamiento a partir de estos diagnósticos? 2.3 ¿La contaminación del medio ambiente puede ser una causa para desarrollar y aumentar alteraciones metabólicas como la diabetes?	Sistema digestivo Carbohidratos Proteínas Lípidos Nutrientes Absorción Diabetes Trastornos metabólicos Insulina Páncreas Cuerpos cetónicos Casos clínicos Tratamientos COP: Compuestos orgánicos persistentes.	Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes Habilidad para interactuar y hacer uso de plataformas virtuales (<u>Ambientech</u>), para comprender alteraciones metabólicas, como la diabetes mellitus. Capacidad para reconocer, analizar problemas clínicos y planificar tratamientos para su solución. Desarrollar habilidades críticas y reflexivas, dentro del discurso socio científico. Capacidad para trabajar en grupo

3	3.1. Historieta sobre la importancia de los alimentos funcionales. 3.2. Propuesta de la metodología de laboratorio sobre la extracción, purificación y cuantificación de la mangiferina realizada por los estudiantes. 3.3. Infografía que respalda la acción de la mangiferina en el metabolismo, realizada a partir de artículos científicos. 3.4. A partir de una aproximación de un estudio in silico realizado en el software Autodock, con la base de datos <u>protein data bank</u>(PDB) y <u>pubchem</u>, se evidencia las reacciones de acoplamiento que realiza la mangiferina con la alfa amilasa y la alfa glucosidasa.	3.1. ¿Cómo los alimentos funcionales sirven de alternativa para ayudar a regular las enfermedades a nivel metabólico? 3.2. ¿La mangiferina es un compuesto bioactivo que permite una regulación metabólica en el organismo? 3.3 ¿La mangiferina es un compuesto bioactivo que permite una regulación metabólica en el organismo? 3.4. ¿Desde un estudio in silico es posible generar una hipótesis de la actividad de la mangiferina para la regulación del síndrome metabólico?	Alimentos funcionales. Mangiferina. Metabolismo. Estudio In silico. Inhibición. Antioxidante. Actividad reguladora de Reacción de acoplamiento. Enzima. Producto natural. Biorrefinería.	Habilidad en el uso de las técnicas modernas en informática y comunicaciones aplicadas a la química, que genere un alcance correlacional o explicativo, entre la mangiferina y los trastornos metabólicos. Capacidad para comunicar información o ideas de manera oral o escrita Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. Capacidad para trabajar en equipo.
4	4.1. Implementación del formato de entrada con algunas modificaciones (progreso aprendizaje de la UD)	Cierre y evaluación	¿Qué tanto aprendí y que tan funcional es este conocimiento en mi vida personal y profesional? ¿Cuáles competencias desarrolle o potencialice?	

Ilustración 32. Planeación general de la Unidad Didáctica.
Fuente: Autoras, 2020.

2. Escala de Valoración
 o Lista de cotejo.

Indicadores	SI	NO
1. Mapa conceptual (Instrumento Inicial)		
1.1 El concepto principal está bien identificado en el mapa conceptual		
1.2 Los conceptos están organizados jerárquicamente (Presenta al menos 2 niveles jerárquicos).		
1.3 La organización es clara y fácil de interpretar.		
1.4 Emplea al menos 15 conceptos en el mapa y las proposiciones empleadas son adecuadas.		
1.5 La estructura del mapa conceptual permite la redacción de un párrafo coherente.		
2. Mapa conceptual (Sesión I)		
2.1 Organiza de manera coherente y/o jerárquica los conceptos asociados al ciclo de Krebs.		
2.2 Se identifica la adquisición de nuevos conceptos, relacionándolos dentro del ciclo de Krebs.		
2.3 Identifica los procesos de producción de energía, producción de sustancias, los procesos de oxidación y reducción y captación de metabolitos.		
2.4 Reconoce los conceptos químicos asociados al ciclo de Krebs y los procesos bioquímicos integrados en el mismo.		
3. Actividad (Foro Sesión I y II. Ensayo sesión II)		
3.1 El escrito del grupo plasma los conocimientos nuevos y/o aplicación de los mismos.		
3.2 Los argumentos presentados tienen coherencia y/o claridad.		
3.3 Se delimita y/o plantea la tesis de manera coherente con la idea principal del texto (Trastornos metabólicos (DM) - acidosis diabética-influencia del medio ambiente en alteraciones metabólicas)		
3.4 Presenta una adecuada gramática, ortografía y puntuación.		
3.5 Se evidencia un hilo conductor desde la introducción, la tesis, los argumentos y termina con una conclusión.		
3.6 Los argumentos plasmados dan respuesta a la pregunta orientadora del foro (Sesión I y sesión II).		
4. Construcción de hipótesis (Sesión III)		
4.1 Presenta claridad y/o coherencia en la redacción de la hipótesis, con un buen uso gramatical y ortográfico.		
4.2 Estructura de manera adecuada sus argumentos, relacionando las variables y problemáticas, para predecir una solución coherente.		
4.3 La hipótesis relaciona las propiedades fisicoquímicas de la mangiferina en el metabolismo.		
4.4 Da a conocer la adquisición de nuevos conceptos científicos que dan soporte a su argumentación.		
4.5 Evidencia la articulación del conocimiento adquirido, asociados a procesos tecnocientíficos, para soportar su hipótesis.		
4.6 Planifica y desarrolla la investigación que permita recoger evidencias y contrastar hipótesis, con apoyo de herramientas tecnológicas		

Ilustración 33. Lista de cotejo de la Unidad didáctica.
 Fuente: Autoras, 2020.

- o Rubrica evaluativa desde las competencias investigativas.

Indicador de competencia	1. Inicial	2. Intermedio	3. Avanzado
Capacidad para comunicar información e ideas de manera oral y escrita.	No presenta organización en la información, elabora enunciados básicos aislados sin elementos de enlace, por lo que muestra poco control de estructuras sencillas y básicas en la construcción gramatical, su vocabulario es limitado y no permite transmitir la información, no genera procesos de interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.	Se organiza la información parcialmente, elaborando enunciados breves enlazados por conectores simples, muestra un relativo control gramatical, su vocabulario no le permite hacer descripciones ni comunicarse de forma clara, los procesos de interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente son de forma parcial.	Se organiza la información de forma adecuada, con coherencia y cohesión. Además, muestra un buen control gramatical, intentando hacer uso de estructuras complejas, usa un amplio vocabulario que le permite hacer expresiones claras y enunciar puntos de vista, generando procesos de interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. La capacidad para comunicarse se realiza de forma crítica. Hace uso de conceptos científicos y diferentes teorías.
Capacidad para reconocer, analizar problemas y planificar estrategias para su solución	Se limita a efectuar una manera descriptiva del problema, sin llevar a cabo una explicación de los problemas propuestos, ni un análisis crítico.	Describe, reconoce y explica las causas del problema, ofreciendo soluciones, pero no las fundamenta teóricamente. Expone de forma parcial el conjunto de contenidos conceptuales y procedimentales.	Describe, reconoce, interrelaciona, explica las causas y ofrece soluciones fundamentadas teóricamente. Expone con claridad el conjunto de contenidos conceptuales y procedimentales.

Habilidad en el uso de las técnicas modernas en informática y comunicaciones aplicadas a la química	Reconoce los softwares computacionales, pero discrimina propiedades y características que permiten identificar propiedades químicas de las moléculas (enlace, torsiones, tensiones, energía de optimización, entre otros), para realizar el acoplamiento molecular.	Manifiesta el uso de los softwares computacionales, pero no identifica ni relaciona el proceso utilizado en los mismos, con la química, por ende, no articula las propiedades de los mismos con propiedades químicas de las moléculas. Es decir, solo sabe ejecutar el programa, pero no argumenta su uso.	Identifica los diferentes softwares y reconoce su utilidad a nivel químico e investigativo, tiene la capacidad de entender el lenguaje usado por el software y hace uso del rigor conceptual para reconocer, explicar e identificar las propiedades químicas. A fin de entender la relación intermolecular entre el ligando y la enzima. Hace uso de las diferentes bases de datos e identifica datos relevantes para el estudio.
Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes	No filtra la información, basado en los diferentes criterios de búsqueda. Se identifican fuentes de información, pero no confiables. Y las relaciones realizadas no son de manera eficaz.	Hace uso de criterios de búsqueda de forma general que posean algún tipo de relación con lo expuesto, donde se identifican fuentes de información, que poseen relación entre sí.	Hace uso de criterios de búsqueda tales como, actualidad, objetividad, relevancia y relación, donde se identifican por lo menos tres fuentes confiables de información, haciéndose relación entre sí de manera eficaz.
Capacidad para trabajar en equipo	No presenta un trabajo colaborativo con sus compañeros de trabajo, sin embargo, si escucha la opinión de los demás.	Comparte y aporta sus ideas al grupo de trabajo, también respeta y escucha las ideas de los mismos.	Es capaz de escuchar, exponer y sintetizar sus ideas y las de los demás, para buscar consensos, con el fin de hacer eficaz el trabajo en grupo.

*Ilustración 34. Rúbrica de competencias investigativas.
Fuente: Autoras, 2020.*

CRITERIOS DE EVALUACION DEL MAPA CONCEPTUAL

Criterios	Escala valorativa		
	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
El número de conceptos propuestos utilizados.	Hace uso de 15 conceptos base, propuestos en la prueba de entrada.	Hace uso de 8 a 13 conceptos propuestos en la prueba de entrada.	Usa 7 o menos conceptos propuestos en la prueba de entrada.
Numero de conceptos validos	Los conceptos usados se relacionan entre sí, dan explicaciones lógicas y poseen una jerarquía.	Los conceptos usados se relacionan entre sí, no generan una explicación lógica y no poseen jerarquía.	Los conceptos usados no poseen relación entre ellos y no generan una jerarquía.
Valoración jerárquica	Hace uso de criterios de subordinación (superioridad, inferioridad, anterioridad). Define de modo adecuado el concepto infraestructura y a partir de su organización define las diversas clasificaciones.	Hace uso de criterios de subordinación (superioridad, inferioridad, anterioridad).	No hace uso de criterios de subordinación. Los conceptos no son presentados en orden.
Significado de las oraciones	Genera proposiciones, con funciones semánticas de concretar el significado del concepto siguiente con el concepto anterior. Posee una estructura correcta de proposiciones.	Genera parcialmente proposiciones, que no estructuran el significado, ya que están desorganizadas y no poseen una estructura correcta.	No son generadas proposiciones, se deja los conceptos sueltos sin darle significado.
generación de proposiciones.	Las proposiciones presentan un enlace entre conceptos subordinados de varias ramas de conceptos <u>supraordenados</u> , constituyendo un cruzamiento coherente y adecuado.	Existe una construcción y uso de relaciones cruzadas de proposiciones, pero no presentan una coherencia adecuada, por lo que las relaciones existen se establecen de manera incorrecta.	No hace uso de relaciones cruzadas entre las proposiciones.

Uso de conceptos diferentes a los propuestos.	Incluye 2 o más conceptos diferentes a los propuestos, y establece relaciones y proporciones, a fin de caracterizar el tema.	Incluye 1 concepto diferente a los propuestos, y establece relaciones y proporciones, a fin de caracterizar el tema.	No incluye conceptos diferentes los propuestos.
Proposiciones y relaciones cruzadas válidas	Hace uso de las proposiciones planteadas de manera adecuada y coherente, de acuerdo al mapa de las expertas, con lo que presenta una relación entre proposiciones pertenecientes de diferentes partes del mapa conceptual, construyendo 4 o más relaciones cruzadas válidas.	Construye al menos 1 o 2 relaciones cruzadas válidas, entre las proposiciones propuestas.	No presenta ninguna relación cruzada entre proposiciones de manera válida.
Conectores	Hace uso de conectores de manera lógica y coherente, para formar proposiciones.	Existe el uso de conectores, pero estos no se utilizan de manera lógica y coherente.	No presenta ningún conector en la construcción de las proposiciones.

*Ilustración 35. Rúbrica evaluativa mapa conceptual instrumento inicial y final.
Fuente: Autoras, 2020.*

Rúbrica Evaluativa Para Mapa Conceptual (fase I)

CRITERIOS	ESCALA VALORATIVA		
	CUMPLE	CUMPLE PARCIALMENTE	NO CUMPLE
Convención de color	Logra identificar según el color los conceptos que pertenecen a la categoría, dándole un orden y jerarquía a cada concepto, acierta de 10 a 15 conceptos.	Logra parcialmente identificar según el color los conceptos que pertenecen a la categoría, dándole un orden y jerarquía a cada Concepto, acierta de 5 a 10 conceptos.	La identificación según el color los conceptos son baja, no logra categorizar los conceptos según el color, no logra jerarquizar y ordenar los conceptos.
Posición de conceptos	Los conceptos son asertivamente ubicados en su lugar, siguiendo la formación de enunciados, a partir de preposiciones. Logra identificar los procesos de producción de energía, producción de sustancias, procesos de oxidación y reducción y captación de metabolitos. Ubica de 10 a 15 conceptos.	Los conceptos son parcialmente ubicados en su lugar, siguiendo la formación de enunciados, a partir de preposiciones. Logra identificar de forma parcial los procesos de producción de energía, producción de sustancias, procesos de oxidación y reducción y captación de metabolitos. Ubica de 5 a 10 conceptos.	Los conceptos no son ubicados en su lugar, no sigue la formación de enunciados, no se encuentran preposiciones. No hay una identificación de los diferentes procesos. Ubica menos de 5 conceptos.
Expresa ideas claras	El concepto titular o principal se relaciona con idea principal, refleja la unidad de sentido objeto de estudio. Expresando ideas claras y objetivas desde los diferentes conceptos propuestos.	El concepto titular o principal se relaciona de manera incipiente con el tema objeto de estudio. Expresando ideas que no llegan a ser tan claras y objetivas desde los diferentes conceptos propuestos.	El concepto titular o principal no se encuentra en su nivel jerárquico, no tiene una relación con los conceptos subordinados. No expresa ideas claras y objetivas desde los diferentes conceptos propuestos.

Ilustración 36. Rúbrica evaluativa mapa conceptual fase I.
Fuente: Autoras, 2020.

Rúbrica Evaluativa para el Laboratorio de Cuantificación y Extracción de Mangiferina

Criterios	Escala valorativa		
	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Expresa los resultados en las unidades adecuadas.	Expresa de manera adecuada las unidades de concentración de los resultados, dado en ppm y en mg mangiferina / 100 g de hojas de café.	Únicamente expresa una de las unidades de concentración pedidas, sea ppm o mg mangiferina /100 g hojas de café.	No expresa ninguna de las unidades de concentración pedidas o las escribe de manera inadecuada.
Presenta los materiales, reactivos y equipos necesarios para la realización del Laboratorio.	Clasifica y escribe de manera correcta los materiales, reactivos y equipos necesarios para el laboratorio.	Realiza una mala clasificación de los materiales, reactivos y equipos necesarios en el laboratorio, o, por otra parte, solo escribe algunos de los materiales necesarios en el laboratorio.	No clasifica y escribe los materiales, reactivos y materiales necesarios para el laboratorio.
Realiza el procedimiento adecuado para hallar la curva de calibración.	Se identifica que utilizan los datos de transmitancia y volumen inicial, para hallar las concentraciones y la absorbancia. De esta manera realizaron la curva de calibración de manera correcta.	Tuvieron dificultad en usar la transmitancia y el volumen inicial para hallar concentraciones y la absorbancia, por lo que algunos datos estuvieron erróneos. Por esto, la curva de calibración estaba fuera del límite permitido.	No desarrollaron la curva de calibración, dado que no utilizaron de manera correcta los datos descritos (transmitancia y volumen inicial).
Presenta un análisis coherente frente el problema (Diluciones)	Desarrollan una interpretación adecuada del problema planteado, evidenciado en la formulación de las diluciones.	Presentan una interpretación inadecuada, debido a que la formulación de las diluciones se realiza de manera incorrecta.	No generan una interpretación del problema, debido a que no formulan las diluciones adecuadas.

Ilustración 37. Rúbrica evaluativo Laboratorio.

Fuente: Autoras, 2020.

Anexo 6. Diagrama de flujo u organigrama, instrumentó de entrada.

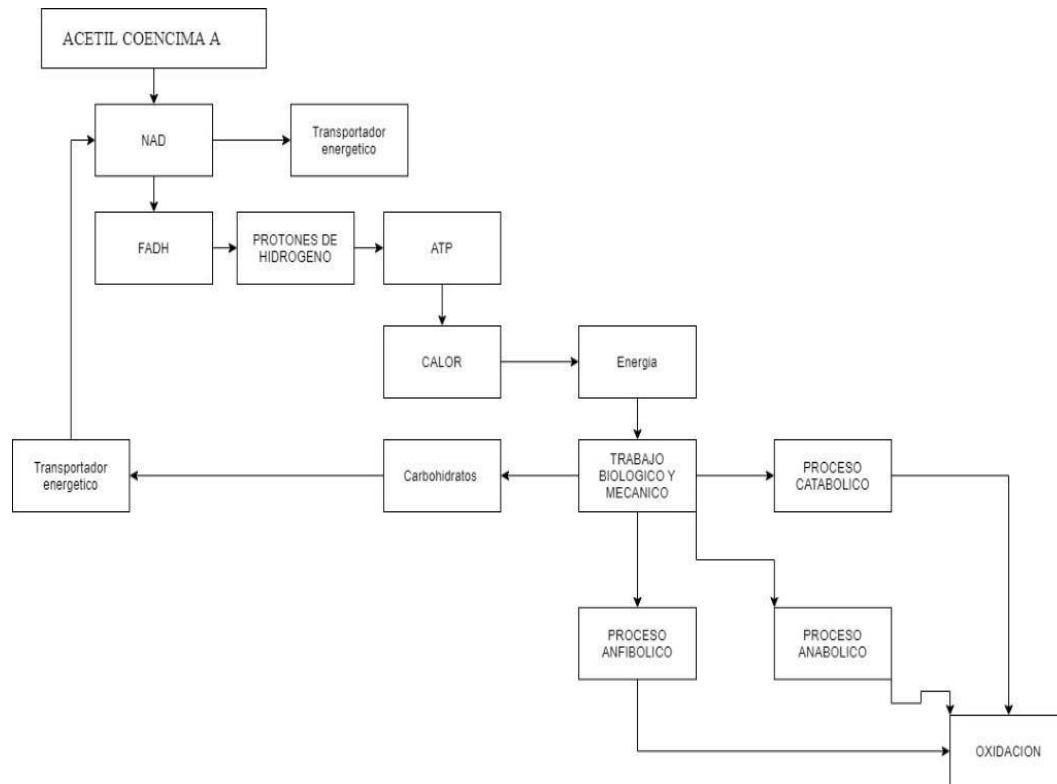


Ilustración 38. Diagrama de flujo, presentado como mapa conceptual de la prueba inicial.

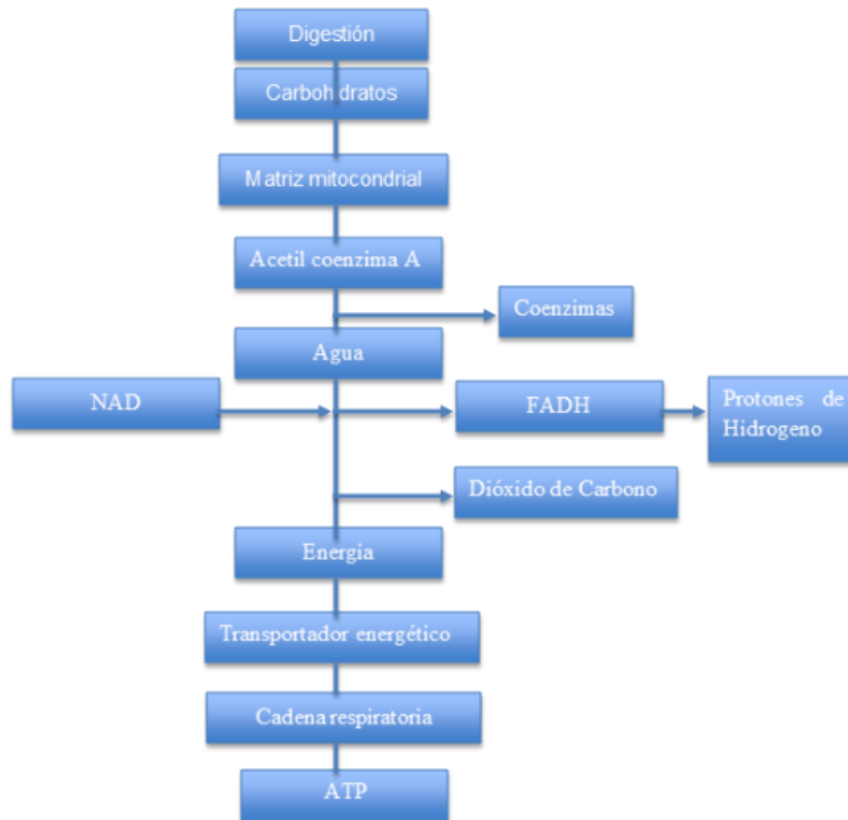
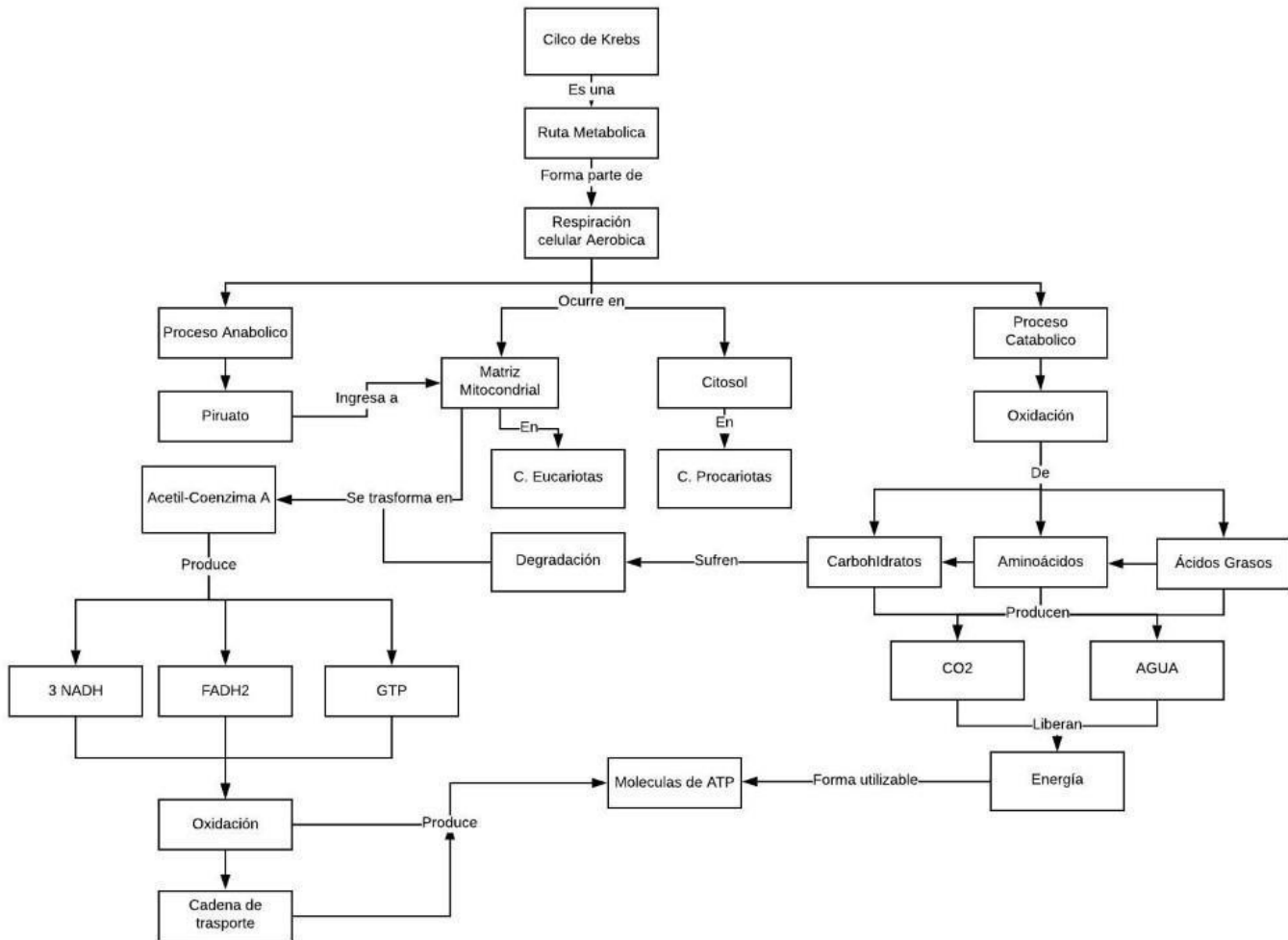


Ilustración 39. Organigrama presentado como mapa conceptual en el instrumento inicial.

Anexo 7. Videos Unidad Didáctica.

- Video 1. Respiración Celular
<https://www.youtube.com/watch?v=FkJCC6Yh9k&t=116s>
- Video 2. La Mitocondria
<https://www.youtube.com/watch?v=McN--cCrGKs>
- Video 3. Acoplamiento Molecular y estudio in silico sobre la alfa amilasa.
<https://www.youtube.com/watch?v=4trYsR1PMGM&t=4s>

Anexo 8. Mapa conceptual, instrumento final.



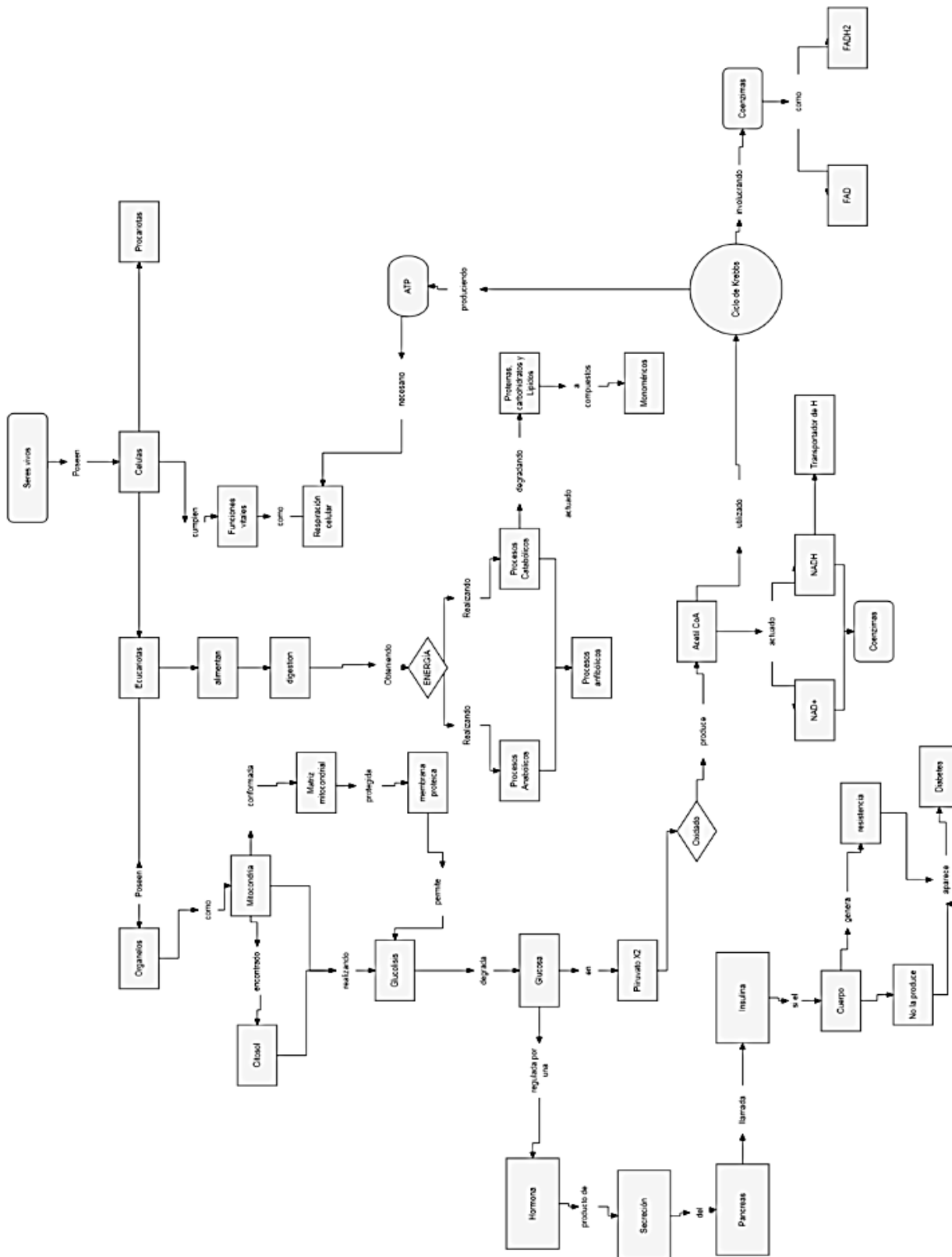
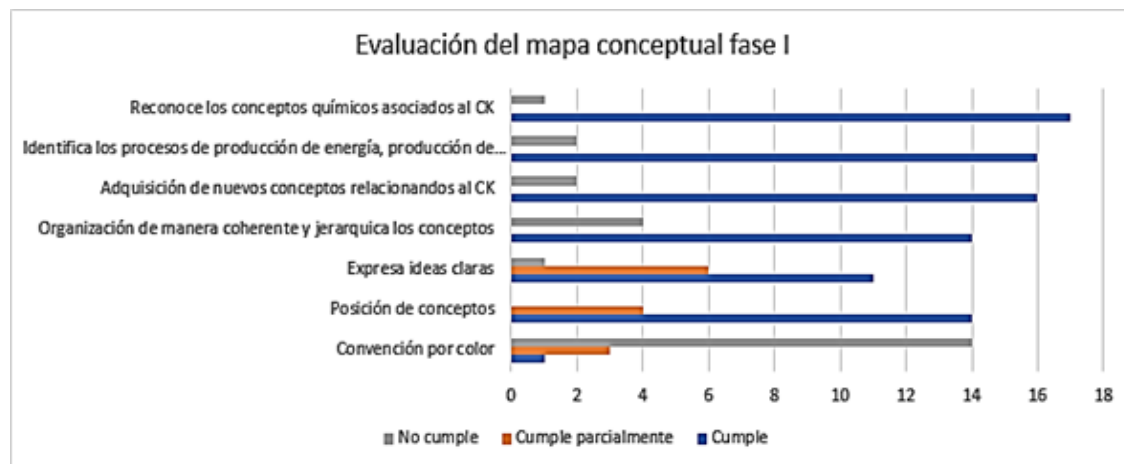


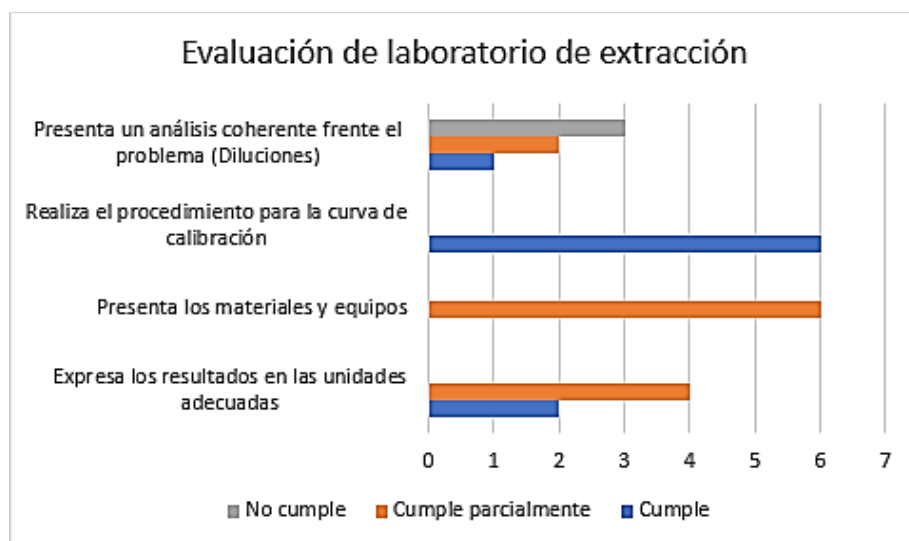
Ilustración 40. Mapa conceptual, presentado en el instrumento final.

Anexo 9. Mapas evaluados (Fase I).



*Gráfico 14. Evaluación mapa conceptual Fase I.
Fuente: Autoras, 2020.*

Anexo 10. Evaluación global de laboratorio.



*Gráfico 15. Evaluación Laboratorio de Extracción.
Fuente: Autoras, 2020.*

Anexo 11. Administrador de instrumentos.

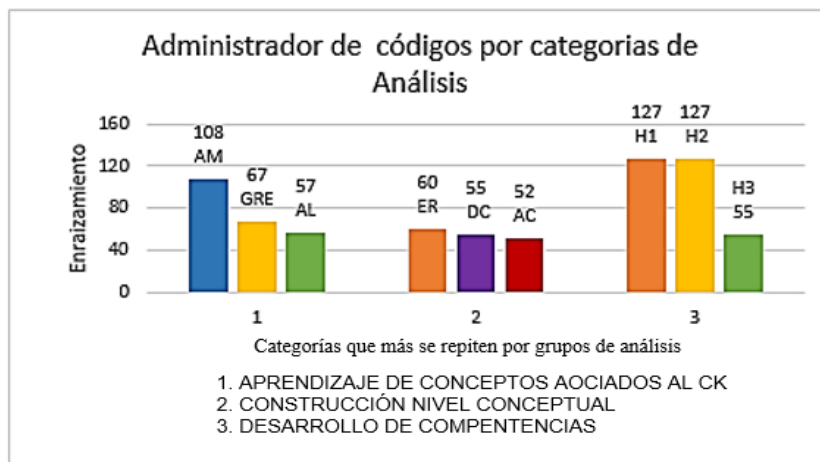


Gráfico 16. Administrador de Códigos por categorías de Análisis.
Fuente: Autoras, 2020.

Anexo 12. Instrumento de entrada.

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química
2020-I

PRUEBA DE ENTRADA

Explorando los conceptos asociados al aprendizaje del Ciclo de Krebs

Carrera: Licenciatura en química

Semestre:

Fecha: ____/____/____

OBJETIVO GENERAL:

Identificar las ideas previas que poseen los y las estudiantes con respecto al ciclo de Krebs y su capacidad de asociar conceptos químicos y biológicos que permitan vincular el significado, el uso y las relaciones que poseen en el metabolismo.

Objetivo Especifico 1: Identificar por medio de la construcción de un mapa conceptual los conceptos y proposiciones que puede establecer el estudiante referente al ciclo de Krebs por medio de los significados que pueden dar a los conceptos propuestos.

1. El ciclo de Krebs es una ruta metabólica que aprovecha la degradación de los alimentos para la obtención de energía en los seres vivos. Realice un mapa conceptual escogiendo como mínimo 15 conceptos de los enunciados a continuación y según el grado de importancia que usted dé al concepto, considere: las relaciones que se pueden establecer entre los conceptos (enlaces cruzados), las proposiciones y frases de enlace, la profundidad y nivel de ramificación de los conceptos con los que quiere comunicar sus ideas.

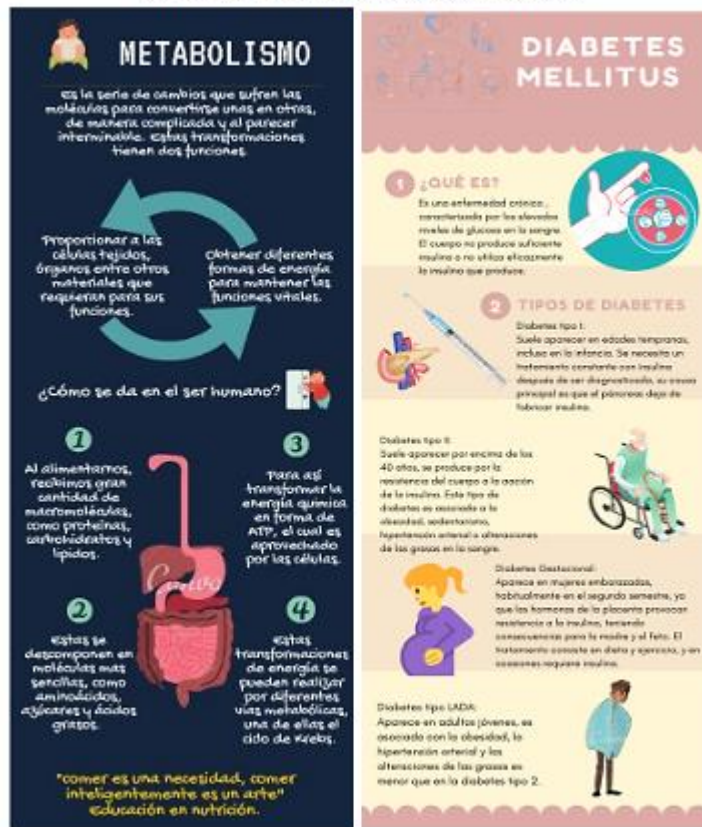
Recuerde que los mapas conceptuales tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Una proposición consta de dos o más términos conceptuales unidos por palabras para formar una unidad semántica (Novak y Gowin, 1988). El referente de evaluación para el mapa conceptual es el aportado por Norma Miller (2008), la cual creo un doble modelo de evaluación haciendo una diferenciación del análisis topológico (estructura) y un análisis semántico (contenidos) del mapa conceptual

- Matriz mitocondrial
- Citosol
- Proteína membranar
- Coenzimas
- Electrones
- Transportador energético
- NAD
- FADH
- Calor
- Protones
- Hidrogeno
- Cadena respiratoria
- Digestión
- Cadena Respiratoria
- Respiración celular aeróbica
- ATP
- Energía
- Oxidación
- Agua
- Dióxido de Carbono
- Acetil coenzima A
- Carbohidratos
- Trabajo biológico y mecánico
- Proceso catabólico
- Proceso anabólico
- Proceso anfibólico

Objetivo específico 2: Determinar la capacidad de comunicar información de manera escrita de los y las estudiantes, por medio de la construcción de un texto argumentativo que relacione el ciclo de Krebs y la diabetes.

2. A continuación, escriba un texto de máximo 10 renglones, en donde puedas relacionar el metabolismo y el ciclo de Krebs con la enfermedad de la diabetes, tomando como referente las siguientes infografías y los conceptos usados anteriormente para la construcción del mapa conceptual.

Infografías 1. Metabolismo y tipo de diabetes



Objetivo específico 3: Interpretar el nivel de dominio y conocimiento de los y las estudiantes sobre el metabolismo y el ciclo de Krebs a través de enunciados que permitan establecer la veracidad o falsedad y su forma de argumentar generando relaciones del ciclo de Krebs con la diabetes.

3. A continuación, se plantean varios enunciados, léalos con cuidado y marque con una X según considere falso o verdadero, argumentando su respuesta. Tenga presente que debe responder según sus conocimientos previos y las relaciones establecidas en los puntos 1 y 2.

Enunciados ¹	V	F	¿Por qué?
1.El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas de una célula eucariota, cuya finalidad es degradar materia inorgánica, para proporcionar energía al organismo.			
2.El ciclo de Krebs es un proceso metabólico productor de energía, que proporciona siempre la cantidad requerida por el cuerpo humano, es decir, no se generan excesos, ni hay deficiencia.			
3.Las células son capaces de aprovechar todas las sustancias químicas reservadas en los alimentos para la generación de energía.			
4.Las reacciones que se llevan a cabo a lo largo del ciclo de Krebs, son reacciones de tipo catabólicas, es decir que se obtienen moléculas grandes a partir de otras más pequeñas, consumiendo energía para la síntesis.			
5.La diabetes corresponde a un desorden a nivel metabólico en donde no es posible metabolizar los azúcares consumidos como monosacáridos, disacáridos o polisacáridos.			
6.El proceso del ciclo de Krebs de una persona diabética es inhibido en alguno de sus pasos, por la falta de la hormona de la insulina.			
7. La enfermedad de la diabetes se clasifica en tipo I, II y gestacional. Según esto las complicaciones que se obtienen son diversas ya que la insulina que es uno de los principales factores para la generación de esta enfermedad, no es generada o puede enfrentar resistencia por parte de las células. Desde esta perspectiva el ciclo de Krebs puede verse afectado de diferentes formas según el tipo de diabetes.			
8.La respiración celular es una ruta aerobia en la que el ácido pirúvico se oxida hasta CO ₂ y H ₂ O y produce aproximadamente 38 ATP. Considera que la producción de ATP es igual en una persona que padece Diabetes.			
9.El proceso del ciclo de Krebs ocurre dentro de un organelo que se conoce como la mitocondria en los seres superiores, y cloroplastos en las plantas superiores.			
10.Cuando se consume alimentos ricos en azúcares el organismo incrementa la síntesis y secreción de insulina. En personas diabéticas el hecho de que el azúcar no pueda ingresar con normalidad a la célula depende de la no secreción por parte del páncreas de la insulina, hormona que se comporta como activadora del transporte del azúcar. De esta forma el azúcar queda en la sangre y debe ser metabolizado por otro organelo especializado en ello. De no ser así las personas que padecen de diabetes no podrían generar energía para cumplir sus funciones básicas.			

Ilustración 41. Instrumento de entrada.

Fuente: Autoras, 2020.