

**APROXIMACIÓN AL MODELO DE CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL
CONTENIDO *CARBOHIDRATO* EN UN PROFESOR DE QUÍMICA UNIVERSITARIO
Y SU CONTRASTE CON MODELOS INTERNACIONALES**

DIEGO ALEJANDRO MANRIQUE RODRÍGUEZ

YERIS ALEJANDRA SUÁREZ PEÑA

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA**

BOGOTÁ, D.C., 2023
APROXIMACIÓN AL MODELO DE CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL
CONTENIDO *CARBOHIDRATO* EN UN PROFESOR DE QUÍMICA UNIVERSITARIO
Y SU CONTRASTE CON MODELOS INTERNACIONALES

DIEGO ALEJANDRO MANRIQUE RODRIGUEZ
CÓDIGO: 2018215044

YERIS ALEJANDRA SUÁREZ PEÑA
CÓDIGO: 2018215064

Trabajo de grado para optar al título de Licenciado / Licenciada en Química

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Didáctica de los contenidos curriculares
Grupo Alternancias.

DIRECTORA DE TRABAJO
Dra. Diana Lineth Parga Lozano

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA

BOGOTÁ, D.C., 2023

Agradecimientos

Diego Alejandro Manrique

En primer lugar, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres y mi hermano, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Su incansable esfuerzo y dedicación han sido las bases sobre las cuales he construido mis objetivos. A mis tías y primos, les agradezco por ser un pilar fundamental en mi existencia, siempre presentes en los altibajos de mi camino.

A mi abuelita Ana de Dios, quien desde el cielo me acompaña en todos mis proyectos y quién forjó en mí los valores y principios que hoy día prevalecen en mi vida.

A todos los docentes de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, mi reconocimiento y admiración por su destacada contribución a mi formación académica. En especial, al profesor Alberto, quien desempeñó un papel crucial en la realización de este trabajo.

A mi amiga Alejandra, mi agradecimiento es infinito. Su acompañamiento en la vida universitaria y en los momentos más significativos de mi vida ha sido un regalo invaluable.

A la Dra. Diana, mi tutora en el proceso de desarrollo de esta tesis, le agradezco sinceramente por sugerencias, correcciones y asesorías para llevar a cabo este trabajo.

Por último, quiero expresar mi gratitud a Dios. Gracias por brindarme esta oportunidad de crecimiento personal. Su guía me ha permitido ir consolidando una mejor versión de mí.

Yeris Alejandra Suárez Peña

A Dios por guiar mi vida y mi camino en todo momento, por darme la oportunidad de vivir una vida hermosa, rodeada de las más bellas personas, por la salud y la resiliencia que me otorga y por ser mi eterno compañero y ejemplo de vida.

A mi hermosa familia por aconsejarme sabiamente, apoyarme y amarme con todas mis cualidades. Gracias por su existencia y su presencia, son mi adoración y motivación. A mi amada madre Cilenia mi más profundo agradecimiento y amor, por ser un espejo de fortaleza y amor en mi vida, por acompañarme, motivarme y enseñarme a luchar siempre por mis sueños, gracias, madre mía, por creer y confiar en mí.

A mi querido Leito, por su amor y cariño incondicional, por creer siempre en mis capacidades y motivarme todos los días, por sentirse orgulloso de mis logros desde que nos conocimos, por amarme en mi libertad y esencia, por brindarme el amor más sincero, saludable y dulce que puede existir. Gracias por mostrarme lo bueno y hermoso de la vida, porque, aunque la vida está bien en nuestra individualidad, juntos es mucho más perfecta.

A mis amigos, Maris, Mafe, Pao y Alejo seres maravillosos y extraordinarios que me brindó la hermosa Universidad Pedagógica Nacional, ustedes que me llenaron de aprendizajes, risas, experiencias nuevas y, sobre todo, de una amistad verdadera, Gracias infinitas, representan en mi vida una parte fundamental e importante.

A la Dra. Diana Parga, por ser un ejemplo de docente, investigadora y mujer en mi vida, gracias por ver en mí cualidades que, a veces ni yo misma podía ver, gracias por confiar y cultivar en mí el amor a la investigación y a la educación en química. Gracias al docente Alberto, por enseñarme el amor a la química de los alimentos y por mostrarme la química detrás del elixir de la vida, el vino.

Dedicatoria

Diego Alejandro Manrique Rodríguez

A mis padres, a mi hermano, a mis tías y a mis primos por siempre estar presentes en todos los momentos importantes de mi vida.

Yeris Alejandra Suárez Peña

A mi madre Cilenia, gracias por hacer de mí siempre una mejor mujer.

A mi hermana Juanita, mujer que amo y admiro, con tu apoyo y amor incondicional has hecho que mi vida sea hermosa.

A mis hermanos Javier y Dianita, y mis hermosos sobrinos Helen, Isabella, Joseph y Gabriel, los amo con todo mi corazón, son mi más grande felicidad y adoración.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE ANEXOS	8
INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. Descripción del problema	10
1.2. OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo General	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	13
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes de la investigación	16
2.2. Referente conceptual	18
2.2.1 Conocimiento didáctico del contenido (CDC)	18
2.2.2. Modelo de Grossman y de Magnusson et al.	19
2.2.3. Modelo Complejo del CDC	20
2.2.4. Modelo del Consenso y del Consenso Refinado	21
2.2.5. Enseñanza / Aprendizaje del contenido carbohidrato	23
3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	24
3.1. Paradigma, metodología y método	24
3.2. Selección del participante	24
3.3. Fases de Investigación	25
3.3.1. Fase 1 Caracterización de los modelos y tendencias del CDC	25
3.3.2. Fase 2 Caracterización del CDC de un docente	26
3.3.3. Fase 3 Correlación de las fases 1 y 2	27

3.3.4. Instrumentos para la recolección de información	27
3.3.5. Categorías de análisis y Técnicas para analizar la información	28
3.3.6. Criterios de Calidad de la investigación	30
3.3.7. Síntesis de la investigación	30
4. RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN	31
4.1. Fase 1 Caracterización de los modelos y tendencias investigativas del CDC	31
4.1.1. Producción Anual	32
4.1.2. Difusión	33
4.1.3. Producción académica por País	33
4.1.3. Autoría	34
4.1.4. Documentos seleccionados	35
4.2. Fase 2 Caracterización del CDC	44
4.2.1 Conocimientos Creencias de lo disciplinar (CCD)	46
4.2.2. Conocimientos creencias de lo contextual (CCC)	47
4.2.3. Conocimientos creencias de lo psicopedagógico (CCP)	50
4.2.4. Conocimientos creencias de lo Metadisciplinar (histórico, epistemológico) (CCM)	58
4.3. Análisis de categorías desde la observación	60
4.4. Categorías del CDC del docente	67
4.3. Fase 3. Correlación de las fases 1 y 2	70
4.3.1. Análisis del CDC del docente Alberto desde los modelos Internacionales	72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de búsqueda y selección de documentos. -----	26
Tabla 2. Matriz bibliográfica de documentos del CDC en química -----	26
Tabla 3. Categorías emergentes (inductivas) para el análisis de datos de la Fase 1. -----	28
Tabla 4. Categorías iniciales (deductivas) para el análisis de datos de la Fase 2 -----	29
Tabla 5. Categorías deductivas desde Magnusson, Krajcik y Borko (1999) para la Fase 3 -----	30
Tabla 6. Categorías iniciales (deductivas) para el análisis de la Fase 3 según MCR -----	31
Tabla 7. Congruencia metodológica de la investigación -----	32
Tabla 8. Autores con mayor número de publicaciones por país. -----	36
Tabla 9. Documentos seleccionados sobre enseñanza de los carbohidratos. -----	43
Tabla 10. Unidades de registro (UR) para categorizar los cuatro instrumentos. -----	47
Tabla 11. Categorización de aspectos relevantes de la sesión 2. -----	64
Tabla 12. Categorización de aspectos relevantes de la sesión 3. -----	66
Tabla 13. Componentes de los modelos de análisis. -----	73
Tabla 14. Categorías de análisis de los modelos -----	73
Tabla 15. Unidades de Registro (UR) de triangulación de instrumentos para modelo Magnusson et al. -----	75
Tabla 16. Unidades de registro (UR) de triangulación de instrumentos para el modelo Consenso Refinado (2016) -----	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conformación del CDC -----	20
Figura 2. Integración de los tipos de conocimientos–creencias docentes para formar el CDC. -----	21
Figura 3. Esquema de Modelo Consenso Refinado (MCR) -----	22
Figura 4. Distribución de la producción anual latinoamericana -----	34
Figura 5. Medios de divulgación académica -----	35
Figura 6. Producción por País. -----	36
Figura 7. Instrumentos empleados en el estudio. -----	40
Figura 8. Población participante. -----	41
Figura 9. Gráfico de jerarquía de los Modelos predominantes -----	42

Figura 10. Unidades de registro del conocimiento creencias de lo disciplinar. -----	50
Figura 11. Unidades de registro sobre las creencias del contexto (CCC).-----	53
Figura 12. Conocimientos creencias de lo psicopedagógico (CCP) -----	60
Figura 13. Guía azúcares reductores y obtención en el laboratorio -----	63
Figura 14. Mapa conceptual de carbohidratos-----	64
Figura 15. Mapa conceptual de clasificación de Carbohidratos-----	67
Figura 16. Escala de dulzor de diferentes azúcares -----	67
Figura 17. Categorías del CDC del docente Alberto bajo el Modelo de Mora y Parga (2014).-----	70
Figura 18. Modelo del CDC de Alberto bajo el modelo de Magnusson et al. (1999)-----	76
Figura 19. Modelo del CDC de Alberto bajo el modelo de Consenso Refinado (2016) -----	78
Figura 20. Distribución de unidades de registro del CDC por Modelo.-----	79

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado y Ética de la investigación -----	91
Anexo 2. Instrumento 1. Reconocimiento de las representaciones del contenido (ReCo) -----	94
Anexo 3. Instrumento 2. Primera Entrevista-----	100
Anexo 4. Instrumento 3. Segunda Entrevista-----	105
Anexo 5. Observación de clase No. 1 -----	108
Anexo 6. Observación de clase No. 2 -----	111
Anexo 7. Matrices documentales -----	115
Anexo 8. Categorización de las Unidades de Registro (UR) -----	117

INTRODUCCIÓN

El PCK (*Pedagogical Content Knowledge*) o CDC (Conocimiento Didáctico del Contenido) es un concepto clave en el ámbito educativo que integra varios dominios del conocimiento docente, y que inicialmente se podría entender como el conjunto de conocimientos referidos al contenido del tema que enseña, del conocimiento pedagógico - didáctico (metodología de la enseñanza) y del conocimiento basado en experiencias, el cual se adquiere en el desarrollo de la docencia y una constante reflexión sobre su labor docente (Montoya & Arroyave, 2021).

El concepto nace con Shulman (1986) quien plantea “el paradigma perdido en la investigación sobre la enseñanza” y hace referencia a la interacción entre un campo disciplinar y la pedagogía llevada a cabo por los docentes (Garritz & Trinidad-Velasco, 2004). Sin embargo, el CDC fundamenta su practicidad en la relación entre los contenidos de la materia y su didáctica asociada, que posibilita que el profesor reflexione sobre su práctica pedagógica y didáctica, recurriendo a su cuerpo conceptual (Leal, 2014).

Así, el presente trabajo se enfoca en la caracterización del CDC *carbohidrato* de un docente universitario y su contraste con los modelos del CDC internacionales trabajados en los últimos 10 años, esto, dado que el presente trabajo hace parte de un proyecto mayor del CIUP: DQU-613-23. Para ello, se tomaron en cuenta autores como Magnusson et al. (1999), Mora y Parga (2008) y Gess Newsome (2015) quienes han planteado modelos en lo referido al CDC. Así, el objetivo de esta investigación fue caracterizar el CDC de un profesor de Química quien enseña en esta área en una universidad pública de Colombia; para esto se hizo la identificación de los componentes del modelo del CDC que predominan en su ejercicio docente. El análisis permitió identificar similitudes y diferencias entre los modelos del CDC nacional e internacional y se da una visión del CDC de la química, desde el contenido *carbohidratos*.

A pesar de que la enseñanza de los *carbohidratos* es clave para entender procesos metabólicos y enfermedades asociadas, se ha encontrado un bajo número de documentos relacionados con el CDC en Química en esta temática, especialmente a nivel de educación superior. Por lo tanto, este estudio aporta a la investigación y puede tener implicaciones en la mejora de la educación en Química en educación superior; para ello, se tomó como referente para la caracterización el modelo de análisis de Mora y Parga (2008; 2014), que incluye los componentes de los Conocimientos y creencias Disciplinarias del contenido, Histórico-epistemológico, Psicopedagógico y del Contexto Escolar.

La caracterización del CDC se realizó desde el paradigma cualitativo con enfoque interpretativo y naturalista, comprendiendo y analizando los énfasis con el uso de instrumentos propios del CDC como el Cuestionario de Representación del Contenido (ReCo), observación de sesiones de clase y entrevista semiestructurada; el análisis de la información se hizo por análisis del contenido, con apoyo del software o programa computacional de Microsoft Office: Excel y Word.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El problema que es objeto de estudio en la presente investigación se encuentra asociado con la caracterización del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) *carbohidrato* en un docente de química universitario, como contribución al proyecto marco de investigación CIUP:DQU-613-23 titulado: “Conocimiento didáctico del contenido: balance de investigaciones Latinoamericanas del 2012 al 2022” realizado por el grupo de investigación Alternancias de la Universidad Pedagógica Nacional, desde la línea de investigación “Didáctica de los Contenidos Curriculares en Química”. El proyecto marco analizó la perspectiva de países Latinoamericanos sobre el Conocimiento didáctico del Contenido, en adelante CDC, sus conceptualizaciones y las metodologías que predominan en las investigaciones publicadas (Parga, 2023) y su articulación con la enseñanza de este contenido disciplinar en el ámbito internacional (PCK).

En la literatura inglesa el CDC es el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC o PCK: *Pedagogical Content Knowledge*). Este fue propuesto en 1986 por Shulman, quien desde esta perspectiva explica el constructo que integran los docentes en su proceso de enseñanza y que lo diferencia de otros especialistas. Sin embargo, desde su publicación han surgido diversas interpretaciones y modelos que denotan al CDC como una forma dinámica de conocimiento que está en constante expansión y evolución, permitiendo comprender el conocimiento del profesorado sobre la enseñanza y aprendizaje (Parga & Mora, 2014); adicionalmente, autores como Garritz y Trinidad Velasco (2004) plantean que hay controversias en la creciente información e investigaciones publicadas, debido a la multiplicidad de interpretaciones y aplicaciones. Un ejemplo de ello se encuentra en la influencia que ha generado Lee Shulman en el entorno inglés, Yves Chevillard en el contexto Francófono y los profesores Rafael Porlán y Eduardo García-Díaz

en el medio español, cada uno de ellos realizando aportes al mejoramiento de la enseñanza y la formación del profesorado en ciencias tal como lo plantean Mora y Parga (2008), denotando al CDC como una mezcla de diversos modelos o una hibridación, que depende de su integración en la medida que se planifica y desarrolla la clase, tal como lo menciona Abell (2008). El término PCK, en el contexto educativo Latinoamericano se ha usado de manera similar reemplazándolo por el CDC; para el caso de este proyecto de investigación se emplea el uso de la sigla CDC para hacer referencia a trabajos internacionales incluyendo a los Latinoamericanos.

Atendiendo a lo anterior, el CDC ha sido aceptado en el ámbito educativo latinoamericano mostrando la relación entre el conocimiento disciplinar que posee el docente y la integración realizada por este para generar representaciones relevantes para los estudiantes, constituyendo una amplia actividad cognitiva que integra el conocimiento disciplinar, didáctico y pedagógico (Talanquer, 2004) con el fin de desarrollar un conocimiento científico en los estudiantes y una mayor estandarización del desarrollo profesional de los docentes en ciencias (Mora & Parga, 2008).

Siguiendo este enfoque, el CDC requiere de una continua práctica docente, reflexiones entre la planeación, investigación y acción, y una contextualización del contenido para que la enseñanza de *tópicos específicos*, aporte al conocimiento educacional y que permitan reconocer las fortalezas y los aspectos a mejorar. Vale la pena especificar, que basta con analizar cuidadosamente algunas sesiones de clase de un profesor para denotar la naturaleza y complejidad del CDC que su trabajo demanda (Ball, 2000); sin embargo, estas habilidades integradoras muchos docentes las adquieren a través de los años de experiencia y de una constante reflexión sobre su quehacer docente y las necesidades de sus estudiantes, en cambio, hay otra gran proporción de docentes que no llegan a estas reflexiones debido a que tienden a concentrar su atención en planeaciones genéricas guiadas por planes de estudio o libros de texto que desconocen las preconcepciones generadas por los estudiantes sobre un concepto dado, los niveles de análisis y representación de conceptos químicos (Talanquer, 2004), entre otros, lo que genera irregularidades en la enseñanza y por ende, una necesidad de mayor estudio sobre el Conocimiento Didáctico de Contenidos específicos con el cual cuentan los profesores de química en Colombia y así, mejorar el proceso educativo en esta área.

Consecuente con la enseñanza de *tópicos específicos*, como el caso de la química orgánica, para Hernández Garcés et al. (2016) existe un gran error al aprender contenidos de esta área ya

que los estudiantes tienen poca vinculación entre la teoría con una visión global y aplicada que les permita integrar múltiples y diversas relaciones entre la química orgánica y sus procesos precursores biológicos, generando poca fundamentación y limitando el aprendizaje de estos contenidos a las estructuras orgánicas, sin generar una mayor profundización y aplicación de las mismas. Por lo tanto, es importante reflexionar sobre las metodologías y procesos aplicados en la enseñanza del contenido *carbohidrato* en estudiantes universitarios para superar el aprendizaje netamente memorístico y de modelos que no proporcionen al estudiante una base de conocimiento sólida bajo los cuales puedan complementar los nuevos contenidos (Garófalo & Galagovsky, 2014).

Conforme a ello, para este contenido, se han identificado algunas dificultades en la enseñanza en el aula de clase resaltando: la abundancia de términos, la desconexión con la vida cotidiana, el uso de modelos simplificados y el desarrollo de un enfoque memorístico. Desde las diferentes formas en que es enseñado el tema de metabolismo de carbohidratos, es posible, realizar una clasificación de acuerdo con tres modelos de enseñanza según Garófalo y Galagovsky (2014), el Modelo Fisiológico del Ciclo del Carbono en los Heterótrofos (MFCCHet), que describe el ciclo del carbono en los heterótrofos y los procesos de respiración celular; el Modelo Fisiológico de la disponibilidad de Metabolitos (MFDMet), que se centra en la disponibilidad de metabolitos y su relación con las vías catabólicas y anabólicas, y el Modelo Fisiológico de la Captación y Homeostasis de la Glucosa en Sangre (MFCHGSang), que explica la captación y la homeostasis de la glucosa en sangre y el proceso energético de las células necesario para proporcionar el organismo en óptimas condiciones.

Por esta razón, se hace necesario comprender la enseñanza del contenido carbohidrato como reflexión y análisis sobre el modelo CDC de un profesor de química con una larga trayectoria educativa en la asignatura “Química en alimentos y productos naturales” de la Universidad Pedagógica Nacional en Colombia y que, dada su formación y experiencia como químico, permitió identificar modelos del CDC que articula en su acción docente. En virtud de lo descrito, la pregunta que orienta el problema de investigación es la siguiente: ¿Qué similitudes y diferencias presenta el modelo del Conocimiento Didáctico del Contenido *carbohidrato* de un profesor de química universitario colombiano, con los modelos empleados internacionalmente en el período 2012-2022?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Analizar el modelo del conocimiento didáctico del contenido *carbohidrato* de un profesor universitario, frente a lo caracterizado en los modelos internacionales del CDC en el período 2012-2022.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar los modelos y tendencias investigativas del CDC empleados para la enseñanza de la química a nivel internacional en el período 2012-2022.
- Describir las características del modelo CDC empleado por un profesor de química universitario cuando enseña la temática Carbohidratos.
- Comparar los modelos del CDC caracterizados en la literatura internacional con el modelo del CDC del docente participante.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) es el conjunto de conocimientos desde lo pedagógico-didáctico, lo disciplinar y el contexto, que responden a las demandas en un marco nacional y mundial en la enseñanza de las ciencias. Permite *transponer* un concepto químico en formas representacionales como metáforas, analogías, modelos, problemas, experiencias y actividades que sean significativas para el estudiante haciéndolas más comprensibles; para ello, el CDC integra varios dominios del conocimiento docente referidos al contenido (el tema que enseña), conocimiento pedagógico didáctico (interpretación y transformación del contenido en unidades comprensibles a través de la enseñanza) y el conocimiento basado en experiencias, el cual se adquiere por la práctica constante que va acompañado de una reflexión voluntaria (Montoya & Arroyave, 2021). Cada docente elige cómo llevar a cabo la integración de estos conocimientos para realizar una enseñanza de un tema en particular, con un contexto en particular y para unos estudiantes particulares, porque a través de su experiencia ha llegado a saber cómo influyen estas prácticas en el aprendizaje de los estudiantes y, por ende, este tipo de investigaciones según Parga y Mora (2007), favorecen la continua reflexión sobre el quehacer docente de forma individual,

permitiéndole comprender su enseñanza, potenciar su desarrollo y reconocer sus capacidades, conocimientos y limitaciones.

Un trabajo realizado por Goes y Fernandes (2018) halló que los estudios en CDC a nivel mundial se realizan principalmente en profesores en formación y profesores principiantes y un porcentaje muy bajo (6%) con profesores experimentados (, según estos autores son aquellos que tienen más de 5 años de experiencia docente), lo cual ponen en evidencia que se requieren mayores estudios centrados en profesores con mayor experiencia docente para reconocer la construcción e integración de los diversos dominios del conocimiento que ha desarrollado en su práctica profesional docente. Por tal motivo, el presente estudio se realiza con un docente de una universidad pública de Colombia, con trayectoria en la enseñanza, con el fin de esclarecer los conocimientos que privilegia al enseñar el contenido *carbohidratos*, las fuentes y criterios de selección de documentos que presenta a sus estudiantes, la organización del contenido y los criterios de diseño de estrategias didácticas, aspectos que llevan al reconocimiento de los principales componentes del modelo CDC que predominan en su docencia y cómo organiza el conocimiento para favorecer la enseñanza del contenido químico enunciado.

En cuanto al estudio de los *carbohidratos*, diversas investigaciones y producciones documentales respecto al CDC han mostrado que en los últimos años se ha presentado una creciente intervención de estudios en áreas de Ciencias Naturales como Biología, Física y Química, y en el área de Matemáticas (Montoya & Arroyave, 2021); sin embargo, al realizar una revisión preliminar bibliográfica, se encontró un bajo número de documentos dedicados a la enseñanza de los carbohidratos y aún más bajo, o casi nulo, documentos relacionados con el CDC en química aplicado a la enseñanza de carbohidratos y orientada a docentes de educación superior. La importancia de estudiar esta temática radica en que los carbohidratos son compuestos orgánicos conformados por carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) que representan las biomoléculas más abundantes de los compuestos orgánicos, adicionalmente, presentan una gran importancia biológica, hacen parte del ADN y el ARN, se encuentran y hacen parte del metabolismo de muchos organismos, son una fuente importante de energía de diversos organismos, entre ellos las plantas y los animales que las consumen para llevar a cabo diversos procesos vitales; hacen parte de la descomposición biológica y en gran medida posibilitan la vida en la tierra (Khowala et al., 2008). De igual forma, los carbohidratos representan un papel fundamental en el metabolismo de los seres humanos y su consumo balanceado de forma correcta, a través de diversos grupos alimenticios,

como vegetales, frutas y almidones se asocian a una promoción de la salud física, la buena alimentación, prevención de enfermedades y el desarrollo de un estilo de vida saludable (Jaramillo, 2020). De acuerdo con esto, se evidencia la necesidad de estudiar los carbohidratos de forma contextualizada para que los estudiantes (profesores en formación inicial) adquieran herramientas necesarias bajo las cuales puedan tomar decisiones responsables sobre su vida y la de los demás, y las enseñen en su campo profesional. En este sentido, la caracterización del CDC de un profesor de química que enseña carbohidratos en el área de alimentos permitirá observar las estrategias que emplea el docente para mejorar la comprensión de los conceptos científicos desde un contexto social como es la alimentación y la cuantificación de los macronutrientes en los alimentos.

Para la presente investigación, el modelo de análisis escogido es el desarrollado por Mora y Parga (2014). Este modelo define al CDC como un conocimiento emergente en la integración de los componentes del Conocimiento y creencia Disciplinar del Contenido (CDC), Conocimientos y creencias Histórico-epistemológicas (CHE), Conocimientos y creencias Psicopedagógicas (CPP) y el Conocimiento y creencias del Contexto Escolar (CCE) con el fin de dilucidar que, para enseñar profesionalmente un contenido químico, se requiere de otros conocimientos además del disciplinar químico, y que la integración en mayor o menor medida de estos componentes influirá en el impacto que tenga la enseñanza de contenidos específicos. En la medida en que se realicen mejores caracterizaciones del CDC de un docente en temas científicos puntuales, mejor será la disposición de información que permita integrar programas de educación y actualización docente, con el fin continuo de la mejora educativa.

Así, este proyecto aportó a la investigación codificada como DQU-613-23, titulado: “Conocimiento Didáctico del Contenido: Balance de investigaciones Latinoamericanas del 2012 al 2022” realizado por el grupo de investigación Alternancias de la Universidad Pedagógica Nacional, en Colombia, desde la línea de investigación “Didáctica de los Contenidos Curriculares en Química: Conocimiento Didáctico del Contenido, CDC y ambientalización curricular”, por lo cual este proyecto complementó y enriqueció la investigación que ha desarrollado el grupo por más de 15 años para la transformación de la educación en Ciencias en Colombia y en América Latina.

2. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo aborda los referentes teóricos para la comprensión y desarrollo del problema de investigación planteado. En principio, se abordan los antecedentes preliminares, de las investigaciones realizadas sobre las conceptualizaciones, modelos y temáticas del CDC a nivel internacional. Por otro lado, se mencionan estudios referidos a la enseñanza de los *carbohidratos*, identificando las estrategias didácticas empleadas.

2.1. Antecedentes de la investigación

El primer trabajo analizado es el de Mora y Parga (2008) titulado “El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico–epistemológicas con las tramas de contexto–aprendizaje”. Este presenta una síntesis de las principales ideas y diferencias de las interpretaciones didácticas y científicas de los autores Lee Shulman y su modelo de Transformación didáctica, Yves Chevallard y su modelo de Transposición Didáctica y los profesores Rafael Porlán y Eduardo García–Díaz con el modelo de Integración didáctica, para la identificación del CDC. Se concluye que para enseñar un contenido de química se requiere integrar conocimientos y creencias que determinarán la medida en que el CDC influya en la enseñanza; esta integración incluye la interacción de cuatro grandes categorías: el conocimiento disciplinar, el conocimiento histórico epistemológico articulado, el conocimiento psicopedagógico y contextual. La presente investigación permitió conocer el modelo de complejidad del CDC propuesto por Mora y Parga, e instrumentos como la Representaciones del Contenido (ReCo) y Repertorios de Experiencia Profesional Didáctica (ReEpd) y las tramas de progresión - transición, para la caracterización del CDC en química.

El siguiente estudio analizado fue el de Goes y Fernandes (2018) titulado “*Reflexões metodológicas sobre pesquisas do tipo estado da arte: investigando o conhecimento pedagógico do conteúdo*”. En este se hizo un perfil de la producción mundial del PCK entre 1986 y 2013 en el cual se encontraron 154 trabajos sobre el PCK en enseñanza de la química, siendo Estados Unidos el país con el mayor número de publicaciones; predominando los artículos como medio de divulgación y las entrevistas como instrumento evaluador. El 6% de los trabajos está dedicado a estudios en docentes de educación superior y el porcentaje restante a docentes de educación primaria y secundaria. En cuanto a la conceptualización del PCK, se encuentra que los investigadores tienen una mayor apropiación por las ideas de Shulman, a pesar de los 27 años de

evolución y cambios en esta línea de investigación. Adicionalmente, se encuentra que el 77% de las investigaciones no adopta (de forma explícita) algún modelo y el 12% adopta alguno de los modelos propuestos en la literatura, siendo los de mayor preferencia los modelos de Magnusson et al. (1999) y Grossman (1990). Los datos apuntan a la necesidad de estudios más descriptivos sobre el PCK en Ciencias, especialmente en docentes experimentados (Goes & Fernandes, 2018).

En la producción latinoamericana se encontraron los libros titulados “*Conocimiento Didáctico del Contenido: una perspectiva iberoamericana*” organizado por Garritz et al. (2014) en colaboración con otros investigadores Latinoamericanos; Parga et al. (2015) con su libro titulado “*El conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química*” y finalmente Parga et al. (2021) con su libro titulado “*Dimensiones del Conocimiento Didáctico del Contenido: Análisis desde la enseñanza de la Química*”. En estos libros se muestra que los temas más investigados en química con respecto al CDC son densidad, equilibrio químico, concepto de mol, estudio termodinámicos y cálculos estequiométricos (Parga, 2015) y en Colombia, los temas más investigados son reacciones de química orgánica, densidad, estructura y modelos atómicos, análisis químico, radioactividad, metales, tabla periódica, números cuánticos, cinética, gases, energía y temas bioquímicos con respecto a nutrientes (Parga et al. 2021), abordados desde los tres niveles de representación del contenido: el macroscópico, submicroscópico y el simbólico. Estas investigaciones permitieron conocer otros modelos del CDC, como el modelo de Grossman (1990), el modelo de Magnusson, Krajcik y Borko, el modelo Complejo del CDC, el modelo de Consenso (MC) y el modelo de Consenso Refinado (MCR) que se tomarán como referencia para reconocer los modelos más usados para la caracterización del CDC.

Otros estudios, identificados fueron los de Alves et al. (2019) que permite divisar la producción documental del CDC o PCK desde revisiones sistemáticas en fuentes como revistas, tesis y disertaciones; en la ponencia “*Conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK): revisão sistemática da produção recente da área de Ensino de Ciências*”, se expone el análisis de publicaciones realizadas entre los años 2013 a 2017 en Brasil. La revisión permitió identificar poca producción en revistas con respecto al total de artículos, siendo las tesis y disertaciones, en las que predomina la discusión del CDC en profesores en formación de Química, frente a otras Ciencias como Física, Biología y Matemáticas. Como consideración, los autores plantean la cuestión de la baja producción en este tema, dado que contribuye a la formación de profesores y la creación de políticas públicas pensadas en la mejora de la formación docente.

Asimismo, el trabajo realizado por Molina (2022) se centró en el CDC en ciencias y en las perspectivas de los programas de Licenciatura en Química en Colombia. Esta investigación, realizó un análisis documental para identificar tendencias de investigación del CDC en los últimos años. Se destacan aspectos como autores más citados, metodologías predominantes, tendencias de publicaciones por países, entre otros. Esto sumado a un análisis en los programas de Licenciatura en Química en Colombia, para dar cuenta del CDC como materia de formación en el plan de estudios pues este constructo es hoy, fundamental, para comprender la complejidad de la enseñanza, los procesos de reflexión que esta demanda y la necesidad de mejorar la práctica profesional docente a partir de sus implicaciones.

Finalmente, los estudios realizados por Rodríguez (2014) en la Universidad Nacional de Colombia, Azuero (2017) en la Universidad Pedagógica Nacional y Vera et al. (2020) en la Universidad Nacional Autónoma de México, demuestran que la enseñanza del contenido *carbohidrato* desde la Enseñanza para la Comprensión (EpC), el Aprendizaje Basado en Problemas (APB) y la Gamificación, respectivamente, son propuestas metodológicas que permiten facilitar el aprendizaje de este contenido en estudiantes de diversos niveles educativos, permitiendo en cada uno de estos enfoques, ayudas visuales y procedimentales para tratar la temática de forma precisa y sencilla; de esto modo, la enseñanza puede ser asistida por nuevas tecnologías y juegos que proporcionen ambientes y actividades innovadoras para aprender.

2.2. Referente conceptual

2.2.1 Conocimiento didáctico del contenido (CDC)

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) introducido por Shulman en 1986, permitió reconocer y representar de forma más especializada el conocimiento poseído por los profesionales en educación y la relación que construyen entre un campo disciplinar y la pedagogía-didáctica, con el fin de generar procesos de aprendizaje (Garriz & Trinidad-Velasco, 2004), siendo estas características, las que los diferencian de otros profesionales.

Según Shulman, el CDC es un tipo de experiencia que no se encuentra en otros campos como la investigación o la práctica en otras profesiones, el conocimiento está basado en la comprensión profunda y compleja de conceptos, teorías o principios que sustentan la enseñanza de una

disciplina. Los docentes que tienen un CDC tienen la capacidad de enseñar de manera más efectiva a sus alumnos haciendo que el contenido sea significativo y accesible.

Los componentes que lo definen son principalmente dos, el primero, las maneras de expresar ideas que son más útiles en la enseñanza: esto incluye la elección de estrategias y técnicas de enseñanza que ayuden a los estudiantes a comprender mejor el contenido; segundo, lo que hace que la comprensión de un tema sea fácil y los conceptos que los estudiantes traen a la clase, esto refiere a la comprensión del docente de las dificultades que presentan sus estudiantes sobre un tema en específico (Garritz et al., 2014). Shulman (1987) extiende la noción del conocimiento básico a siete elementos y que un profesor debe tener: Conocimiento del contenido temático de la materia o asignatura (CA), Conocimiento pedagógico general, Conocimiento curricular, Conocimiento pedagógico del contenido (CPC), Conocimiento de los aprendices y sus características, Conocimiento del contexto educativo, Conocimiento de los fines, propósitos y valores educacionales y sus bases filosóficas e históricas (Garritz & Trinidad-Velasco, 2004).

2.2.2. Modelo de Grossman y de Magnusson et al.

Grossman (1990), establece un modelo del Conocimiento Profesional del Profesor (CPP) en el cual incluye como pilares fundamentales: El Conocimiento Disciplinar (de la materia a enseñar), Conocimiento Pedagógico General (principios generales de la enseñanza, el aprendizaje, gestión del aula, fines y objetivos de la educación), el Conocimiento del Contexto (incluye el conocimiento del entorno escolar, por ejemplo, la cultura y el conocimiento de los estudiantes individuales), y el Conocimiento Didáctico (Parga & Mora, 2014). Estas cuatro categorías trascienden el conocimiento de la materia permitiendo tener una práctica más efectiva y definir al CDC como el conocimiento necesario para *transformar* el contenido en formas más comprensibles para los estudiantes.

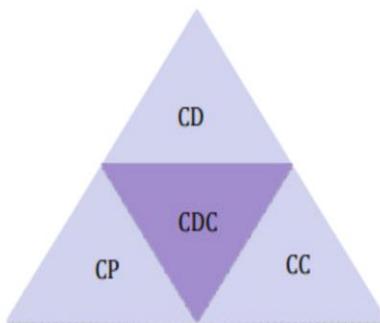
Por otro lado, Magnusson et al. (1999) citado por Garritz (2014), realizan un modelo complementario al CDC de Grossman (1990), añadiendo los siguientes componentes como orientaciones para la enseñanza de las ciencias: Conocimiento del currículo, Conocimiento de los estudiantes (dificultades de aprendizaje, motivación, estilos de aprendizaje y necesidades) Conocimiento sobre la evaluación, Conocimiento sobre estrategias instruccionales. La integración de estas orientaciones permitirán ser un profesor exitoso en la enseñanza de las ciencias. Sin

embargo, estos modelos a pesar del éxito que presentan no indican cómo interactúan los componentes unos con otros (Friedrichsen et al., 2011) citados por Verdugo et al. (2017).

2.2.3. Modelo Complejo del CDC

Uno de los modelos que se ha centrado en encontrar las relaciones o integración entre los componentes del CDC, es el Modelo Complejo de Mora y Parga (2008; 2014) quienes interpretan el CDC como un proceso de *integración* como lo propone Rafael Porlán y Eduardo García, o de *transformación* como lo propone Shulman o *transposición* como lo propone Chevallard. Desde esta perspectiva, el CDC no es un conocimiento adicional al disciplinar y pedagógico, es un conocimiento que emerge de la combinación o hibridación de cuatro conocimientos: el conocimiento disciplinar (CD), el pedagógico (CP) y el Contexto (CC) (Mora y Parga, 2008).

Figura 1. Conformación del CDC

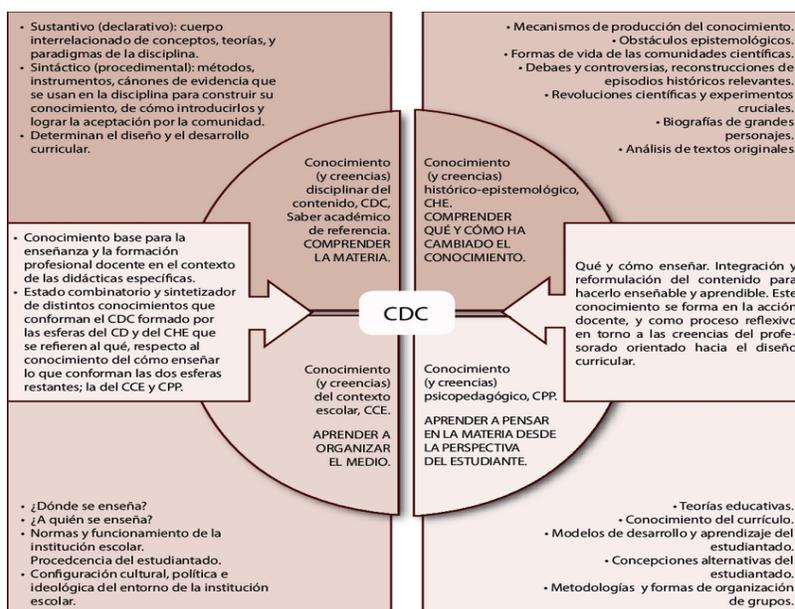


Nota. Tomado de Parga y Mora (2014, p. 104)

A esta hibridación, los autores añaden un cuarto componente, el conocimiento metadisciplinar (CM). La articulación de estos conocimientos es diferente para cada docente y demanda un amplio tiempo de constitución lo que conlleva a un proceso de reflexión desde el pensamiento complejo para globalizar todas las categorías que constituyen al CDC en una situación determinada de enseñanza de la química. Así, Parga y Mora proponen un modelo integrado de conocimientos y componentes que responden a un CDC como sistema complejo, que analiza las diversas interacciones, procesos y cambios que surgen de la evolución contextual en cada docente. A continuación, se presentan sus componentes: el Conocimiento y creencia Disciplinar del Contenido (CDC), Conocimiento y creencia Histórico-epistemológico (CHE), Conocimiento y creencia Psicopedagógico (CPP) y el Conocimiento y creencia del Contexto Escolar (CCE) (Mora & Parga, 2008).

Según estos autores, la integración de estas cuatro categorías propuestas en el modelo de la Figura 1, puede variar para cada docente, debido a su formación y el interés de enfoque a la hora de diseñar curricularmente sus actividades. Este modelo muestra que el CDC deseado de un profesor de química va más allá de su comprensión disciplinar y el desarrollo de cada uno de estos componentes en mayor medida puede estar dado por la experiencia profesional, por ello es importante la formación continua del profesorado.

Figura 2. Integración de los tipos de conocimientos–creencias docentes para formar el CDC.



Nota. Tomado de Mora y Parga (2008, p. 64)

2.2.4. Modelo del Consenso y del Consenso Refinado

A nivel mundial se han realizado dos cumbres en el análisis del PCK, la primera fue en el 2012 y la segunda en 2016, donde participaron investigadores en educación de ciencias (Parga y Mora, 2021).

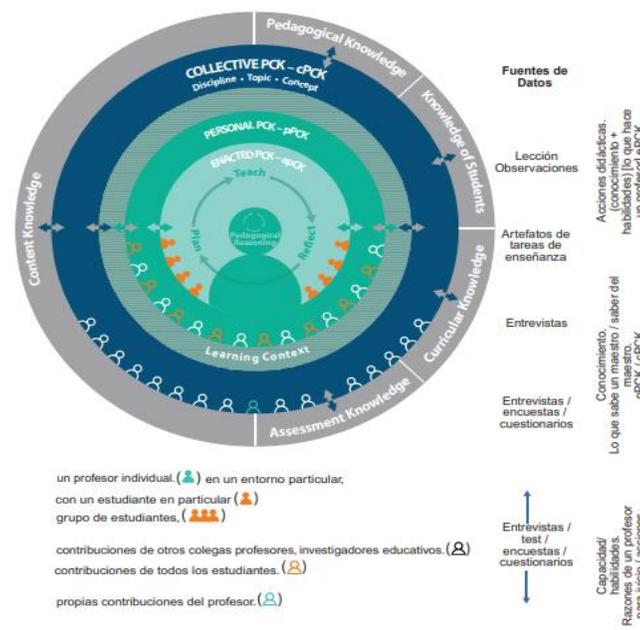
La primera Cumbre realizada en Colorado Springs, discutió sobre el modelo de Consenso (en adelante MC) el cual se planteó la necesidad de analizar una visión acordada sobre el constructo y comprensión del PCK en la educación científica. En este encuentro se definieron los atributos del PCK, las herramientas de medición y análisis del PCK y la explicación a las complementariedades y controversias que han surgido de su investigación. A partir de esta cumbre, diversos investigadores se apropiaron de este modelo para la formación de profesores en ciencias,

incluyendo la práctica de enseñanza como parte fundamental de la definición del PCK, lo que indica que el PCK es dinámico y abarca más que el conocimiento estático (Parga & Mora, 2021).

De acuerdo con Gess Newsome (2015, p. 36), citado por Parga y Mora (2021) el PCK desde el modelo del consenso se entiende como el “*conocimiento, razonamiento y planificación para enseñar un tema particular, de una forma particular para un propósito particular, a estudiantes particulares para mejorar los resultados de los estudiantes*” (p.39). El modelo no describe de manera exacta el PCK, pero permite inferir el Conocimiento Profesional del tópico específico (CP-TE) el cual posibilitó la propuesta de progresiones de aprendizaje sobre cómo enseñar por parte de los docentes tal como lo afirman Parga y Mora (2021).

En la segunda cumbre del PCK hecha en Leiden, Holanda, se continuó analizando el modelo de consenso del PCK al observar que dentro de la comunidad investigativa se estaba interpretando y ponían en práctica el MC de formas distintas e incluido el uso de diversos instrumentos para medirlo. Se propone el Modelo de Consenso Refinado (MCR), centrado en la identificación de tres dominios: PCK colectivo (cPCK) de un grupo de profesores, el PCK personal (pPCK) o lo que sabe un docente y el PCK promulgado (ePCK) o lo que hace un docente al enseñar, adicional a estos dominios también se tiene en cuenta el contexto de aprendizaje (Parga & Mora, 2021).

Figura 3. Esquema de Modelo Consenso Refinado (MCR)



Nota. Tomado de Parga y Mora (2021, p.44) quienes lo adaptaron de Carlson y Daehler (2019) y Chan et al. (2019).

2.2.5. Enseñanza / Aprendizaje del contenido carbohidrato

La presente investigación tuvo como propósito la caracterización del CDC carbohidrato de un docente de química universitario. Este núcleo temático es ampliamente abordado en la educación universitaria tanto en ciencias básicas como en ciencias de la salud (Valencia Guzmán, 2013) toda vez que es un tema con amplia aplicación.

Los carbohidratos o hidratos de carbono como componentes químicos tienen gran interés en la bioquímica dado que proporcionan la energía para las funciones vitales del organismo. Su fórmula general es $(\text{CH}_2\text{O})_n$. Son ejemplos de carbohidratos la lactosa (azúcar presente en la leche), la fructosa (azúcar de las frutas), la galactosa (presente en membranas celulares), la glucosa (fuente de energía de diversos organismos), entre otros. Autores como Garófalo y Galagovsky (2014) mencionan que numerosas investigaciones sobre la enseñanza de los hidratos de carbono se enfocan principalmente en propuestas didácticas que incluyen dietas, detección de glucosa en sangre o juegos de rol que proporcionan una visión contextualizada de la glucólisis; sin embargo, se ha evidenciado en estas publicaciones que, en ninguna se analizó el resultado de aprendizaje y el énfasis se centró en la innovación de dicha propuesta. Adicionalmente muestran que los estudiantes al ser novatos en el contexto construyen un modelo mental idiosincrásico, que es diferente al modelo mental del docente. Basado en ello Garófalo y Galagovsky (2014) proponen varios modelos científicos para la enseñanza universitaria, como el Modelo Fisiológico del Ciclo del Carbono en los Heterótrofos (MFCCHet), el Modelo Fisiológico de la Disponibilidad de Metabolitos (MFDMet), y el Modelo Fisiológico de la Captación y Homeostasis de la Glucosa en Sangre (MFCHGSang), que, en su integración, permiten articular ideas químicas, biológicas y bioquímicas para interpretar fenómenos fisiológicos de los carbohidratos.

Frente a las dificultades de enseñanza del contenido *carbohidrato*, reportadas en la literatura para estudiantes universitarios, se plantea el aprendizaje memorístico y descontextualizado derivado de la poca conexión que puede hacer el estudiante con la nueva información conceptual y lo que puede percibir de su entorno (Galagovsky, 2010); también se evidencian concepciones erróneas acerca de los procesos fisiológicos (Cliff, 2006), una visión limitada de procesos globales (White, 2007) y la base de los conocimientos previos que trae el estudiante (Costa, 2007).

Costa (2007) también expone las dificultades desde la representación de isómeros, consecuencia de las débiles bases conceptuales y representaciones estructurales que presentan estudiantes universitarios, la falta de estrategias didácticas pensadas para apoyar la comprensión y

el desarrollo de habilidades, lo que impide que el docente identifique conceptos erróneos de los estudiantes y que su vez, estos últimos presenten una adecuada retroalimentación para promover el aprendizaje de la bioquímica.

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El presente capítulo presenta aspectos asociados con la metodología propuesta, el paradigma, el enfoque, la selección del participante, las fases de investigación, los instrumentos utilizados para la recolección de información y su análisis, el tipo de datos obtenidos.

3.1. Paradigma, metodología y método

El presente trabajo se desarrolló desde el *paradigma* hermenéutico interpretativo y *metodología* cualitativa. Esto se propone así ya que con la metodología cualitativa se favorece la comprensión de la complejidad del fenómeno y desde la hermenéutica, se permite la interpretación para poder arribar a conocimientos más profundos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018) respecto al CDC y sus modelos. El interés en estos dos es comprender para compartir y convivir (Vargas, 2011); de ahí, que se necesite construir sentido, en este caso, sobre el CDC y los modelos internacionales y el propio de un docente. Se buscó dar sentido a la realidad investigada, esto es, la enseñanza del contenido carbohidrato de un profesor universitario para identificar su modelo de CDC.

Como *método* se usó el *hermenéutico*, que permitió interpretar los datos obtenidos de los documentos objeto de análisis y de *estudio de caso* para el profesor participante; esto significó hacer interpretaciones de la realidad concreta dado que esta fue vista como un texto que se puso en contexto (Vargas, 2011). La hermenéutica es vista desde tres dimensiones: lectura, explicación y traducción, como lo menciona Palmer (1969) para comprender la realidad al explicar, racionalizar y clarificar cada uno de sus componentes, creando una relación entre el todo y sus partes. Esto es, el CDC como un todo y sus componentes como las partes del CDC.

Dentro de esta investigación se resalta el *estudio de caso* a partir de la caracterización del CDC del profesor participante, para describir y explorar individualidades para aprender de dicho caso. Este tipo de investigación interpretativa permitió encontrar sentido al fenómeno en función del significado que otorgó el participante con respecto a las vivencias y experiencias de su propia

realidad (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018), es decir, la enseñanza del contenido *carbohidrato*.

3.2. Selección del participante

El participante seleccionado que de ahora en adelante se llamará *Alberto*, es un docente de química de la Universidad Pedagógica Nacional. Su selección corresponde a una muestra por conveniencia (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018), debido a que él respondió de forma voluntaria a la invitación de su participación y análisis en el presente proyecto investigativo. Alberto es químico de formación, Magister en ciencias químicas y Doctor en educación. Actualmente se desempeña como docente en Bioquímica y Química de Alimentos.

La elección del docente se realizó teniendo en cuenta la experiencia en educación universitaria, la que corresponde a 17 años. Esto permitió una mejor caracterización del CDC, que en términos de Fernandes y Goes (2014) lo categoriza como un *profesor experimentado*. Adicionalmente su trabajo se desarrolla en la Universidad Pedagógica Nacional, en Colombia, institución educativa de educación superior pública, pionera en la formación de educadores del país. Según Yin (2018), se abordó un caso único global tipo 5 y según Vargas (2011) se buscó la construcción de un conocimiento amplio respecto de una realidad que, al mismo tiempo, es única y concreta, y, por lo tanto, puede ser emblemática y representativa para otros casos similares.

3.3. Fases de Investigación

El estudio comprendió tres fases: la fase de caracterización de los modelos del CDC a través de análisis documental, la fase de caracterización del CDC del docente seleccionado y la fase de correlación de las fases 1 y 2.

3.3.1. Fase 1 Caracterización de los modelos y tendencias del CDC

La **primera fase** estuvo relacionada con el primer objetivo específico de la presente investigación, que fue caracterizar los modelos y tendencias del CDC empleados en la enseñanza de la química a nivel internacional, en el período del 2012 y 2022. Con el propósito de abordar esta cuestión, se llevó a cabo un estudio documental mediante el cual se procedió a interpretar los acontecimientos relacionados con el fenómeno del CDC. Se analizaron documentos tales como artículos, tesis doctorales y de maestría, y ponencias en congresos, de autores internacionales que

se encontraban realizando investigación sobre el CDC. Según Londoño et al. (2014) la revisión de documentos permite analizar investigaciones para identificar discusiones, líneas de investigación, relaciones entre trabajos, aportes por autor, identificación de objetivos, metodologías y experiencias para determinar, entre otras, tendencias, vacíos y limitaciones en las investigaciones. La selección de documentos se realizó bajo los criterios presentados en la Tabla 1:

Tabla 1. Criterios de búsqueda y selección de documentos.

Período de análisis	Palabras Clave Tesauro	Búsqueda avanzada	Fuentes primarias	Bases de datos
2012 - 2022	Conocimiento Didáctico del contenido Carbohidratos Modelos del CDC Profesores universitarios Conocimiento Pedagógico del contenido, Pedagogical content knowledge Conhecimento didático do conteúdo, CDC, PCK	Uso de operadores booleanos. And (en español “y”) Or (en español “o”) Not (en español “no”) PCK AND CHEMISTRY CDC AND CHEMISTRY PCK AND UNIVERISTY AND TEACHERS CDC AND TEACHERS PCK OR CDC	Artículos	Búsqueda en repositorios institucionales y bases de datos como Scopus, Science Direct, Google académico, Research Gate, Scielo y Redalyc
			Tesis doctorales y de maestría	Repositorios institucionales de Universidades y en Teseo: tesis doctorales
			Ponencias y libros	Memorias o libros de Congresos de investigación en educación de las ciencias

Nota. Elaborada a partir de Parga (2023).

Los documentos seleccionados bajo los criterios de búsqueda se registraron en el software de gestión bibliográfica *Mendeley* y en el Software de hojas de cálculo *Excel*, con el fin de presentar los documentos de forma unificada y sistemática para facilitar su posterior análisis.

Los trabajos se organizaron en el instrumento llamado *matriz bibliográfica* (Tabla 2), donde se registraron las bases de datos bibliográficas (BDB) o fuentes, el autor, año de publicación, país de origen de la publicación, título y resumen. Estos criterios permitieron identificar aspectos cuantitativos o bibliométricos iniciales. Luego se categorizaron los documentos para hacer el análisis de contenido desde el fenómeno estudiado.

Tabla 2. Matriz bibliográfica de documentos del CDC en química

Fuente (BDB)	Año	Autores	País	Título	Palabras Claves	Resumen	Código

Nota. Elaboración propia

3.3.2. Fase 2 Caracterización del CDC del docente seleccionado

La **segunda fase** corresponde al segundo objetivo específico de la presente investigación, la cual describió las características del modelo CDC de un profesor de química universitario colombiano, cuando enseña *carbohidratos*. Esta caracterización se realizó mediante los instrumentos propios del CDC como la Representación del Contenido o ReCo, e instrumentos cualitativos derivados de las *observaciones* no sistemáticas de clase, apoyada por videograbación, *entrevistas semiestructuradas* que guiaron a los entrevistadores en lo que se preguntó teniendo la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018), el uso *matrices* para el análisis de documentos (diseños microcurriculares) empleados por el docente durante el desarrollo de la clase.

3.3.3. Fase 3 Correlación de las fases 1 y 2

La **tercera fase** estuvo relacionada con el tercer objetivo específico de la presente investigación, esto fue, comparar los modelos del CDC caracterizados en la literatura internacional con el modelo CDC del docente participante. Al emplear varias técnicas para la recolección de datos, hasta tener saturación de la información fue posible hacer la correlación por medio de la triangulación de datos, permitiendo evidenciar patrones de convergencia y divergencia, y desarrollar una interpretación del estudio al reducir sesgos y aumentando la comprensión del fenómeno (Okuda & Gómez, 2005).

3.3.4. Instrumentos para la recolección de información

- **Consentimiento informado para investigación.** Este instrumento se fundamenta en el principio de autonomía y libertad de una persona para contribuir o rechazar su participación en un procedimiento investigativo (Carreño, 2016). Este documento incluye información sobre el propósito de investigación y la justificación que le permiten al participante decidir voluntariamente su participación. Se usó el establecido por la UPN (Anexo 1). Esta es parte de la ética propia de la investigación.
- **Cuestionario Representación del Contenido (ReCo).** Es uno de los instrumentos más usados para la caracterización del CDC; fue propuesto por Loughran, Mulhall y Berry (2006) y adaptado por Mora y Parga (2008). Este permite visualizar la forma en que los docentes representan los contenidos de la asignatura que enseñan, lo que conocen y lo creen que es lo

más importante en su enseñanza. El ReCo (Anexo 2) se realiza a partir del desarrollo de nueve (9) preguntas iniciales sobre el contenido químico que se enseña.

- **Observación no sistemática de la clase.** Esta técnica potencia la investigación en el aula al permitir el registro válido y confiable del comportamiento del docente, también contribuye al acercamiento del investigador a los hechos o actores sociales. En ese sentido, se realizó el análisis de tres (3) clases grabadas en las que el profesor estuvo enseñando el contenido carbohidrato, con el fin de realizar transcripción y analizar la información contenida. Para esta observación se usó como instrumento el diario de clase donde se fueron anotando los principales sucesos para comprender el CDC del docente (Anexo 5 y 6)
- **Entrevista semiestructurada.** Las entrevistas orales constaron de once (11) preguntas cada una de ellas (Anexo 3 y 4). Se realizaron dos, la primera en un momento inicial antes de iniciar la temática en el aula de clase y la segunda fue realizada al finalizar el total de sesiones sobre la temática.
- **Matrices documentales.** Tal como la descrita para los documentos de la primera fase y las propias para los documentos del docente (Anexo 7).

3.3.5. Categorías de análisis y Técnicas para analizar la información

Dada la cantidad de información obtenida, esto es, datos textuales cualitativos, en la primera fase se realizó un análisis cuantitativo de los documentos encontrados sobre estudios del CDC en química. Adicionalmente se analizó el contenido de los documentos seleccionados bajo categorías inductivas o emergentes que surgieron de los datos (ver Tabla 3). Estas categorías se dieron a partir de patrones y recurrencias presentes en los documentos. En la fase 2, se partió de categorías deductivas establecidas como componentes del CDC desde Mora y Parga (2008) como se evidencia en la Tabla 4, y finalmente en la fase 3, se consideraron categorías deductivas correspondientes a los componentes de los modelos internacionales de Magnusson et al. (1999) y del Modelo del Consenso Refinado o MCR (ver Tablas 5 y 6).

Tabla 3. Categorías emergentes (inductivas) para el análisis de datos de la Fase 1.

Categoría/subcategoría	Descripción
Categoría: Metodología	Describe el método, los procedimientos, las técnicas e instrumentos pertinentes para alcanzar los objetivos establecidos en la investigación científica.

Categoría/subcategoría	Descripción
Subcategoría: Instrumentos	Describe los instrumentos empleados en la caracterización del CDC de docentes en estudios Latinoamericanos, incluye instrumentos particulares del tipo de investigación e instrumentos específicos del CDC.
Subcategoría: Población participante	Especifica el nivel de experiencia de los docentes que han sido objeto de investigación.
Categoría: Modelos empleados para el estudio del CDC	Referencia los modelos del CDC más empleados para el análisis y estudio del CDC por ser los más usados por los investigadores.
Categoría: Estudio de los Carbohidratos	Describe metodologías asociadas a la enseñanza del contenido carbohidrato en el contexto latinoamericano.

Nota. Elaboración propia

Tabla 4. Categorías iniciales (deductivas) para el análisis de datos de la Fase 2

Categoría / Subcategoría	Descripción
1. Categoría Conocimiento de creencias de lo disciplinar (CCD)	Unidades de registro que describen el contenido disciplinar de temas asociados a carbohidratos en lo sustantivo y lo sintáctico.
Subcategoría: Conocimiento declarativo	Describe el conocimiento declarativo, o cuerpo interrelacionado de conceptos, teorías y principios de la materia a enseñar (Carbohidratos).
Subcategoría: Conocimiento sintáctico (procedimental)	Describe los métodos, instrumentos y equipos desde donde se construyeron los conceptos, de cómo introducirlos y como lograr la aceptación por parte de la comunidad relacionado a los carbohidratos y sus componentes.
2. Categoría Conocimiento de creencias de lo contextual (CCC)	Unidades de registro referenciadas con aspectos tales como: dónde se enseña, a quién se enseña, normas y funcionamiento de la institución escolar, procedencia de los estudiantes, configuración cultural, política e ideología de entorno de la institución.
Subcategoría: Aplicación al sector industrial	Unidades de registro relacionadas con la aplicación de carbohidratos en escenarios del sector industrial donde tendrá lugar el desempeño de los estudiantes
Subcategoría: Experiencia docente en el campo laboral de lo que se enseña en el aula	Unidades de registro referenciadas como: experiencia del profesor en el sector industrial, experiencia del profesor en el campo de la investigación relacionado con carbohidratos.
Subcategoría: Aplicación a lo cotidiano	Especifica aspectos del contenido disciplinar enseñado en situaciones cotidianas.
3. Categoría Conocimientos creencias de lo psicopedagógico (CCP)	Unidades de registro relacionadas con el currículo, su diseño para enseñar y las formas de organizar las secuencias de enseñanza aprendizaje, concepciones alternativas, modelo de enseñanza, criterios de evaluación, uso de las TICS.
Subcategoría: conocimiento del currículo	Referencia aspectos relacionados con la percepción y conocimiento sobre la estructura curricular del programa al cual pertenecen las

Categoría / Subcategoría	Descripción
	asignaturas relacionadas con carbohidratos, las relaciones existentes entre el microcurrículo, mesocurrículo y macrocurrículo
Subcategoría: concepciones alternativas	Referencia aspectos relacionados con las experiencias, preconcepciones o construcciones que trae el estudiante en cuanto a los contenidos relacionados con carbohidratos.
Subcategoría: estrategias de enseñanza	Describe acciones para la enseñanza incluyendo categorías, actividades y recursos.
Subcategoría: metodologías y formas de organización de grupos	Refiere aspectos que facilitan o dificultan el desarrollo de los contenidos relacionados con carbohidratos (formación con antelación en otros cursos, distribución de tiempo para el desarrollo del curso, distribución de grupos y número de estudiantes para el desarrollo del curso)
Subcategoría: Dificultades de aprendizaje	Referencia situaciones que desde la perspectiva docente generan alguna dificultad en el proceso de aprendizaje.
Subcategoría: Criterios de evaluación	Describe aspectos para la evaluación del aprendizaje de los estudiantes.
Subcategoría: Actitudes hacia el aprendizaje o la enseñanza de carbohidratos	Describe aspectos relacionados con la actitud del profesor o estudiantes, en medio de la interacción en el aula cuando se están desarrollando las clases relacionadas con carbohidratos y cuando se desarrolla la planeación.
Subcategoría: Formación y experiencia del profesor	Describe unidades de registro relacionadas con la formación docente (autoformación, desarrollo y mejora, capacitación, entrenamiento, investigación acción, formación profesional).
Subcategoría: Uso de las Tic para la enseñanza	Describe la integración del uso de las tecnologías de la información y la comunicación con la pedagogía y el conocimiento disciplinar en el desarrollo del curso.
4. Categoría Conocimiento creencia de lo Metadisciplinar (histórico-epistemológico) (CCM)	Unidades de registro que relacionan los mecanismos de la producción del conocimiento, formas de vida en las comunidades, obstáculos en la producción del conocimiento, revoluciones, biografías; impacto social, político, económico, ambiental de la química, etc.

Nota. Fuente. Adaptada de Mora y Parga (2008, p. 64) y Parga (2019).

Tabla 5. Categorías deductivas desde Magnusson, Krajcik y Borko (1999) para la Fase 3

Categoría	Descripción
Categoría: Orientaciones para la enseñanza de las Ciencias	Concepciones sobre enseñanza y aprendizaje de la ciencia, concepciones sobre naturaleza de la ciencia y concepciones acerca de las metas o funciones de la educación en ciencia.
Categoría Conocimientos del currículo en Ciencias	Conocimiento de los temas a enseñar y las formas de validación de dicho conocimiento y su relación con otras áreas.

Categoría	Descripción
Categoría: Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes en Ciencias	Aspectos que los docentes saben o creen sobre la influencia de los conocimientos previos en la enseñanza, concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje más comunes en sus estudiantes.
Categoría: Conocimiento sobre las estrategias instruccionales	Conocimiento sobre estrategias didácticas que pueden ser específicas de un tema o de la materia que enseñe
Categoría: Conocimiento sobre la evaluación en ciencias	Aspectos para evaluar y las diversas estrategias empleadas para hacerlo.

Nota. Adaptado de Garritz (2014, pp.27-30, 37, 38)

Tabla 6. Categorías iniciales (deductivas) para el análisis de la Fase 3 según MCR

Categoría	Descripción
Categoría: Prominencia curricular	Hace referencia a la selección de temáticas, conexión y coherencia entre las ideas y precisión del contenido.
Categoría: Estrategias de enseñanza conceptual	Selección y uso de estrategias educativas apropiadas, utilizando múltiples representaciones.
Categoría: Comprensión de las ciencias por parte de los alumnos	Identificar y reconocer las variaciones en el aprendizaje de los alumnos y obtener y evaluar las dificultades e ideas erróneas de los alumnos
Categoría: Integración entre los componentes de CDC	Monitoreo y ajuste de la práctica docente basada en la retroalimentación de los estudiantes y el aprendizaje de las grandes ideas, así como el contexto del aula
Categoría: Razonamiento didáctico	Proporciona una justificación para la toma de decisiones y acciones de los docentes en el contexto de su situación de enseñanza.

Nota. Adaptado de Mora y Parga (2021, p. 46).

La codificación de los datos de la fase 1 se hizo en Excel y para las fases 2 y 3 se realizó con apoyo del Word, haciendo la identificación de las *unidades de registro* (frases con sentido o “voces” que refieren a alguna de las categorías - subcategorías) dentro de la *unidad de análisis* (modelos del CDC) y siguiendo lo planteado por Krippendorff (1990).

Las unidades de registro luego de ser codificadas y categorizadas (Krippendorff, 1990) permitió estructurar, organizar y analizar la información recogida por medio de los instrumentos de forma individual, para posteriormente analizar de forma global y su relación entre sí. Este proceso corresponde a la *triangulación de instrumentos* con el fin de caracterizar el CDC del docente y sus interrelaciones bajo las categorías de las Tablas 4, 5 y 6, aclarando que los criterios de la Tabla 5

surgieron de los datos y no se tenían como categorías iniciales. Esto aportó mayor riqueza y profundidad a cada una de las subcategorías de análisis.

3.3.6. Criterios de Calidad de la investigación

Los criterios de calidad de la investigación corresponden a tres para este trabajo. Así, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) plantean el criterio de *credibilidad* o también llamado “máxima validez”, se refiere al significado que ha interpretado el investigador de lo que el participante percibe; para ello se explicó el origen de las categorías y de los datos; el criterio de *confirmabilidad*, que rastrea los datos para explicar la lógica utilizada para interpretar los datos, en este caso desde su triangulación junto con la triangulación de categorías; y el criterio de *transferibilidad*, para lo cual se consideró que lo analizado en el contexto y caso del participante, el profesor Alberto de la UPN solo se concluye para él y no a casos generales.

3.3.7. Síntesis de la investigación

Tabla 7. Congruencia metodológica de la investigación

Problema	Objetivos	Diseño Metodológico	Técnicas recolección de datos	Análisis de datos	Criterios de Calidad
¿Qué similitudes y diferencias presenta el modelo del Conocimiento Didáctico del Contenido Carbohidrato de un profesor de química universitario colombiano, con los modelos empleados internacionalmente entre el período 2012-2022?	Analizar el modelo del conocimiento didáctico del contenido carbohidrato de un profesor universitario colombiano, frente a lo caracterizado en los modelos internacionales, del CDC, en el período 2012-2022.	<u>Paradigma</u> Hermenéutico Interpretativo <u>Metodología</u> Cualitativa <u>Perspectiva</u> Comprensiva <u>Tipo de estudio</u> Documental y de Estudio de caso	<u>Muestreo.</u> No probabilística, por conveniencia <u>Categorías</u> deductivas - inductivas <u>Técnica.</u> Documental (cuestionario, transcripción de observaciones) Conversacional (entrevistas)	Datos textuales Análisis del contenido	<u>Credibilidad:</u> a través de la explicación del origen de los datos y de las categorías de análisis. <u>Confirmabilidad.</u> Triangulación de instrumentos y categorías. <u>Transferibilidad.</u> No se hacen generalizaciones
¿Qué características describen los modelos del CDC para la enseñanza de química a nivel internacional en el	Caracterizar los modelos y tendencias del CDC empleados para la enseñanza de la química a nivel	Fase 1. Caracterización de los modelos del CDC en artículos, tesis y ponencias	Aplicación de criterios de búsqueda y clasificación documental	Categorización deductiva de datos textuales por componentes del CDC.	Criterios de selección de documentos; descripciones densas, explicación del

Problema	Objetivos	Diseño Metodológico	Técnicas recolección de datos	Análisis de datos	Criterios de Calidad
período 2012-2022?	internacional en el período 2012-2022	internacionales del período 2012-2022			origen de categorías
¿Qué características describe el modelo del CDC empleado por un profesor de química universitario colombiano, cuando enseña Carbohidratos?	Describir las características del modelo CDC empleado por un profesor de química universitario colombiano, cuando enseña Carbohidratos	Fase 2. Caracterización del modelo CDC del profesor al enseñar carbohidratos	Cuestionario ReCo, Entrevista, Observación no sistemática de clase	Categorización deductiva de datos textuales desde componentes del CDC	Explicación del origen de los datos y su interrelación
¿Qué diferencias existen entre los modelos CDC caracterizados en la literatura con el modelo CDC del docente participante?	Comparar los modelos del CDC caracterizados en la literatura con el modelo del CDC del docente participante	Fase 3. Correlación entre el modelo Complejo del CDC y el modelo del Consenso Refinado	Análisis documental manual	Categorización emergente de datos textuales	Triangulación de información (datos e instrumentos)

Nota. Elaborada a partir de Parga (2019).

4. RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN

Los resultados y su discusión se presentan en el orden de las fases, lo que a su vez se corresponde con cada uno de los objetivos específicos planteados para ir dilucidando respuestas a la pregunta general.

4.1. Fase 1 Caracterización de los modelos y tendencias investigativas del CDC

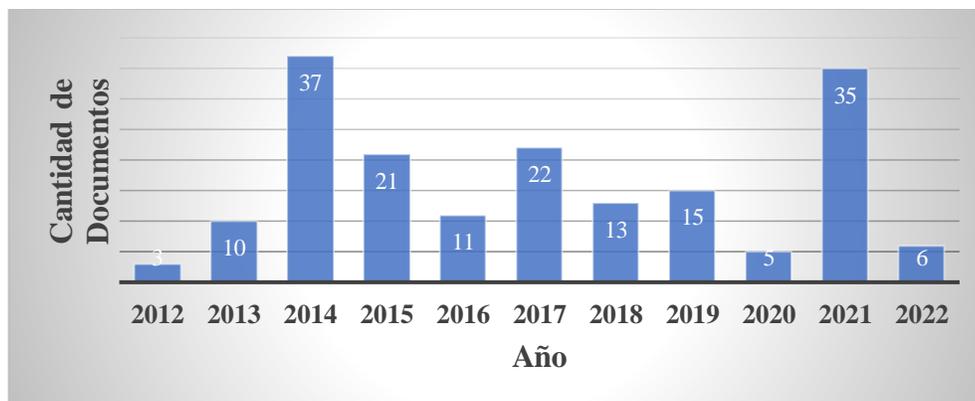
Dado que en el contexto investigativo fue importante caracterizar los modelos del CDC que se emplearon en la enseñanza de la química a nivel internacional, en el período del 2012 al 2022, se realizó un balance cuantitativo con los resultados más destacados a nivel latinoamericano (Colombia, México, Brasil, Argentina y Chile) como la Producción Anual (Figura 4), formas de difusión (Figura 5), Producción por país (Figura 6), Autoría (Tabla 8). Posteriormente, se seleccionaron los documentos que cumplían con los criterios de selección (Tabla 1) y se analizaron bajo categorías emergentes.

En el rastreo documental se identificaron 178 documentos sobre el CDC en química durante el período mencionado, su recolección se realizó a través de medios escritos tales como Artículos, Tesis Doctorales y de Maestría, Ponencias en Congresos y Libros digitales.

4.1.1. Producción Anual

Como se evidencia en la Figura 4, de 178 trabajos sobre CDC desarrollados durante el período 2012 al 2022 en países latinoamericanos (Colombia, México, Brasil, Argentina y Chile), los años en que mayor publicación se realizó, fueron en los años 2014 y 2021 con un número cercano de documentos anuales. En el 2014 la revista *Educación Química* de la Universidad Nacional Autónoma de México, celebró su vigésimo quinto aniversario, en la cual dedicaron un Número completo a la divulgación de doce (12) artículos sobre el CDC y los autores más destacados en este ámbito, del mismo modo, en este año se registraron diecisiete (17) ponencias provenientes de dos congresos, el VI Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias y el IV Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología (Educyt). En continuidad con el año de mayor publicación, encontramos que en el 2021 se presentaron veinticinco (25) ponencias en congresos, como el XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias, XIII *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* y el V Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias.

Figura 4. Distribución de la producción anual latinoamericana



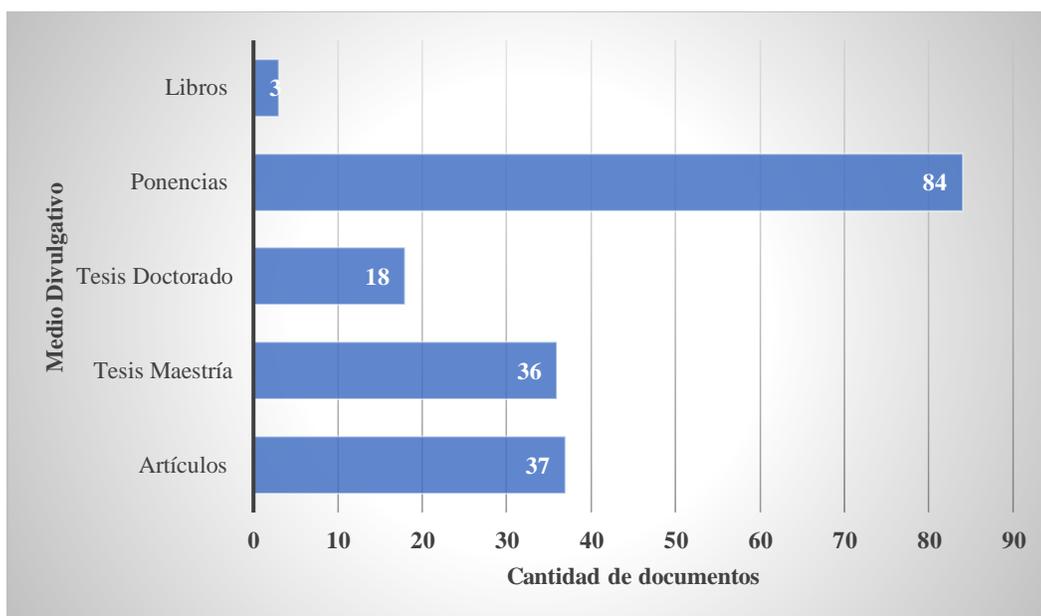
Nota. Elaboración propia.

4.1.2. Difusión

En relación con los medios de difusión o divulgación de las investigaciones sobre el CDC se puede observar en la Figura 5 que de los 178 trabajos sobre Conocimiento didáctico de

contenido (CDC) desarrollados durante el período 2012 al 2022 en países latinoamericanos (Colombia, México, Brasil, Argentina y Chile), el medio más predominante son las Ponencias realizadas en diversos congresos de educación a nivel Latinoamericano, seguido de Artículos y Tesis de Maestría con un número cercano en divulgación y finalmente Tesis Doctorales y Libros. Las ponencias resultan ser el medio de mayor divulgación por permitir exponer o visibilizar un escrito a una comunidad académica en un período de tiempo mucho más corto y rápido que los otros medios.

Figura 5. Medios de divulgación académica

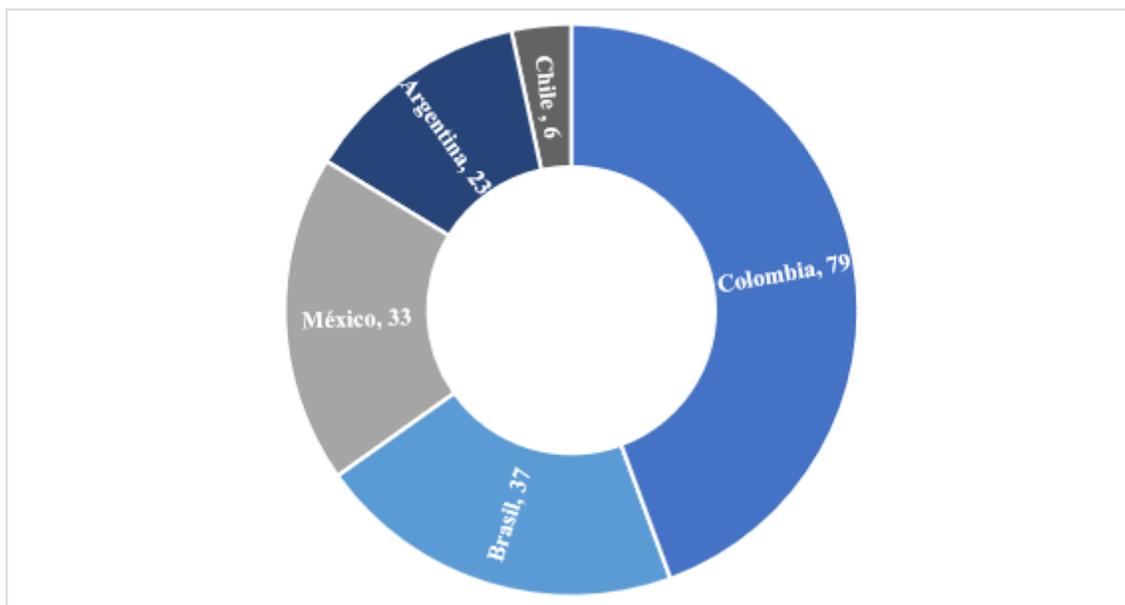


Nota. Elaboración propia.

4.1.3. Producción académica por País

Con respecto a la producción académica por país de los 178 documentos, se evidencia en la Figura 6 que, el país que mayor producción sobre CDC presenta es Colombia con un total de setenta y nueve (79) trabajos que corresponden al 44% del total, seguido de Brasil con treinta y siete (37) que corresponde a un 21% de documentos, México con treinta y tres (33) o 19% de publicaciones, Argentina con veintitrés (23) equivalente al 13% y finalmente Chile con seis (6) que representa el 3%. Esta diferencia de trabajos entre países se puede relacionar con un interés académico de los investigadores y grupos, así mismo como a la cantidad de instituciones y medios divulgativos que promueven la investigación en esta línea educativa.

Figura 6. Producción por País.



Nota. Elaboración propia.

4.1.3. Autoría

En la Tabla 8 se pueden observar los autores que presentan un mayor número de publicaciones por país, en este caso, Colombia sigue presentando los autores con mayor frecuencia en publicación sobre el CDC en química.

Tabla 8. Autores con mayor número de publicaciones por país.

País	Autor	Frecuencia
Colombia	Diana Lineth Parga Lozano	10
	William Manuel Mora Penagos	6
	Boris Fernando Candela Rodríguez	3
	Wilson Javier Parra Angarita	3
Brasil	Sergio Henrique Leal	6
	Ana María Dueñas Romero	5
	Carmen Fernández	4
	Brunno Carvalho Gastaldo	2
	Pablo Micael Castro	2
	Paula Homem De Mello	2

País	Autor	Frecuencia
México	Kira Padilla	3
	Andoni Garritz	3
Argentina	Gonzalo Miguel Ángel Bermúdez	3
	Bárbara Caterina Tolosa	2
	María Victoria Plaza Igarteburu	2
Chile	Eduardo Ravanal Moreno	3

Nota. Elaboración propia

De la Tabla 8 se puede evidenciar que los países donde mayor número de autores publican se encuentra Colombia > Brasil > Argentina > México > Chile, este resultado refleja el interés que presenta cada país por continuar investigando en el CDC, en cuanto al número de instituciones que promueven esta línea de investigación y la cantidad de autores que se interesan por continuar investigando en ella. En el caso de Colombia, la Universidad Pedagógica Nacional promueve la investigación en CDC a través de semilleros de investigación como *Alternancias*, trabajos de grado en pregrado, maestría y doctorado, publicación de artículos en su revista TED: *Tecné, Episteme y Didaxis* y en el desarrollo y participación del *Congreso Internacional sobre formación de profesores de ciencias* en asociación con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas quien a su vez también promueven investigaciones del CDC a través su revista *Góndola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias de Colombia*.

4.1.4. Documentos seleccionados

De los 178 documentos que se encontraron sobre CDC en química, solamente se seleccionaron treinta y nueve (39) trabajos por cumplir con los criterios de análisis (Tabla 1). Estos documentos se analizaron bajo 3 categorías emergentes: *Metodología*, que su vez lo componen las subcategorías instrumentos del CDC y población participante; la segunda categoría fue la de *Modelos* empleados para el estudio del CDC y finalmente la tercera categoría conformada por el *Estudio de los carbohidratos*, como se evidencia en la Tabla 3.

- **Primera Categoría: Metodología**

En los trabajos seleccionados sobre el CDC tanto en su captura como en su representación se visualiza que la metodología predominante es desarrollada bajo la perspectiva cualitativa e interpretativa y los estudios de casos, siendo este el tipo de estudio escogido por treinta y siete (37) documentos de treinta y nueve, los dos (2) documentos restantes emplearon una metodología mixta. El estudio de caso se encuentra referenciado por la mayoría de los autores a partir de los planteamientos de Stake y Yin, convirtiéndose en el método más apropiado para capturar, interpretar y documentar el CDC de una población en específico bajo un contexto en específico.

T1. La metodología cualitativa por medio de estudios de caso permite dar respuesta a la pregunta de investigación en cuestión, y de esta manera comprender a profundidad el caso bajo consideración. Para **Stake** “*el estudio de casos es el estudio de la particularidad y la complejidad de un caso singular, para poder llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes*” (Stake, 1999, p. 11). (Pérez Ruiz, 2017, p. 90).

T2. Además, teniendo en cuenta los objetivos propuestos, se utilizó el estudio de casos, teniendo en cuenta a **Stake (2007)** utilizamos el estudio de caso intrínseco, de carácter único, analizamos seis profesores, cada uno de ellos corresponde a un caso, cuyo estudio tiene como finalidad caracterizar el conocimiento necesario que favorece la enseñanza de la nutrición humana; (...) De otra manera, teniendo en cuenta la clasificación propuesta por **Yin (2003)**; Pérez Serrano (1994), los estudios de caso de esta tesis doctoral son descriptivos, estudiamos diferentes situaciones que surgen de la investigación, para comprender lo que experimentan, perciben y hacen las profesoras cuando enseñan la alimentación y la nutrición humana. (Dueñas, 2019, p. 163).

T3. Asimismo, se optó por el enfoque de estudio de caso, ya que implica un proceso de búsqueda que permite estudiar a profundidad y en forma detallada el caso en cuestión, hasta obtener los resultados. De acuerdo con **Stake (1999)** su propósito “*no es el de representar el mundo como totalidad, sino el de representar el caso en sí*” (p.245). (Parra, 2019. p. 97)

El estudio de casos referenciado por Robert Yin (1994) es un método propio de investigaciones sociales orientadas a la práctica como la educación y responde al ¿cómo? y ¿por qué? de las investigaciones. Este es útil porque presenta una mayor adaptabilidad o flexibilidad al caso y pregunta de estudio, adicionalmente es adecuada cuando el investigador tiene poco control sobre

los eventos o fenómenos y su foco de interés está dentro de un contexto real, lo que le permite alcanzar los objetivos tanto prácticos como teóricos y deslumbrar porqué se llevó a cabo un conjunto de decisiones y cómo éstas impactan en un resultado. Yin (1989) identificó algunos tipos específicos de investigación de estudios de casos: exploratoria, explicativa y descriptiva. De forma complementaria, Stake (1995) sugirió que la investigación de estudio de caso debía realizar un análisis de un caso único y colectivo, destinado a captar la complejidad del objeto de estudio, caracterizado por ser holístico, empírico, interpretativo y enfático, adicionalmente identificó otros tres tipos de investigación de estudios de casos: intrínseco, instrumental y colectivo. (Ebneyamini & Moghadam, 2018).

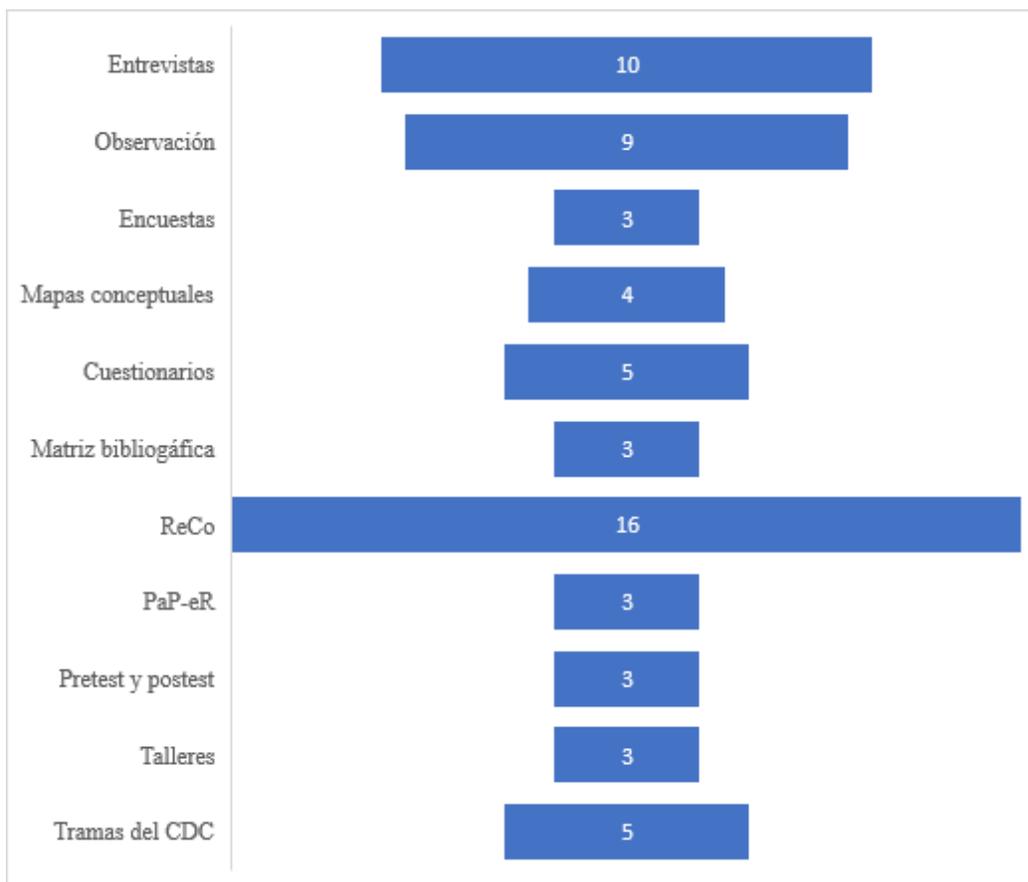
En ese sentido, se puede evidenciar que en las investigaciones latinoamericanas seleccionadas predominan los estudios de casos; en ellos se destacan mayoritariamente los tipos de estudio de caso, tanto intrínseco como descriptivo, los dos se justifican por permitir una descripción y un examen o análisis en profundidad de una o varias unidades y su contexto de manera sistémica (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En el caso particular del CDC, al ser específico y único para cada docente, el estudio de caso brinda la facilidad de generar descripciones por cada individuo, reconocer patrones de comportamiento, explicar causas y fenómenos, proveer datos para evaluar procesos y resolver problemáticas de diversas índoles, con el fin de obtener información enriquecedora para identificar fortalezas y debilidades y generar propuestas que ayuden a los docentes a fortalecer sus CDC.

- **Subcategoría: Instrumentos**

En continuidad con el análisis, encontramos los instrumentos que más utilizan los investigadores latinoamericanos para el estudio del CDC, dentro de los cuales predominan el ReCo o Representaciones del Contenido, las entrevistas y la observación. Estos instrumentos, se encuentran definidos por ser medios adecuados para la recolección y análisis de datos, y son característicos de las investigaciones que eligen una ruta cualitativa para su desarrollo. Adicionalmente, para el estudio del CDC/PCK se encuentran ya estandarizados y aprobados tres instrumentos conocidos como (1) Representación del contenido (ReCo), (2) Repertorio de experiencias profesionales y pedagógicas (PaP-eRs) diseñadas, aplicadas y evaluadas por Loughran et al. (2000) y que son consideradas herramientas epistémicas, porque permiten documentar, representar y analizar conocimientos de la enseñanza y aprendizaje de un tópico específico (Candela, 2016) y (3) las tramas del CDC, instrumento propuesto desde la línea de

investigación Conocimiento Didáctico del Contenido Curricular en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, y que ha permitido consolidar un marco conceptual para diseñar desde estas tramas, unidades didácticos que favorezcan la convergencia de conocimientos creencias del CDC de la química (Parga, et al 2015).

Figura 7. Instrumentos empleados en el estudio.



Nota. Elaboración propia.

En la segunda cumbre del PCK realiza en 2016 en Leiden - Holanda, se definió el Modelo de Consenso Refinado (MRC) se menciona que no solamente es importante comprender a fondo el PCK de un docente, sino incluir de manera efectiva la integración de instrumentos que realmente permitan medirlo, caracterizarlo, representarlo y desarrollarlo en el docente de educación científica, en este encuentro se optó por los estudios con enfoque de investigación multimétodo, etimológicamente, el término significa *tejido en conjunto* y dentro del cual se emplean dos o más procedimientos de indagación sobre un mismo fenómeno a través de los diversos momentos de

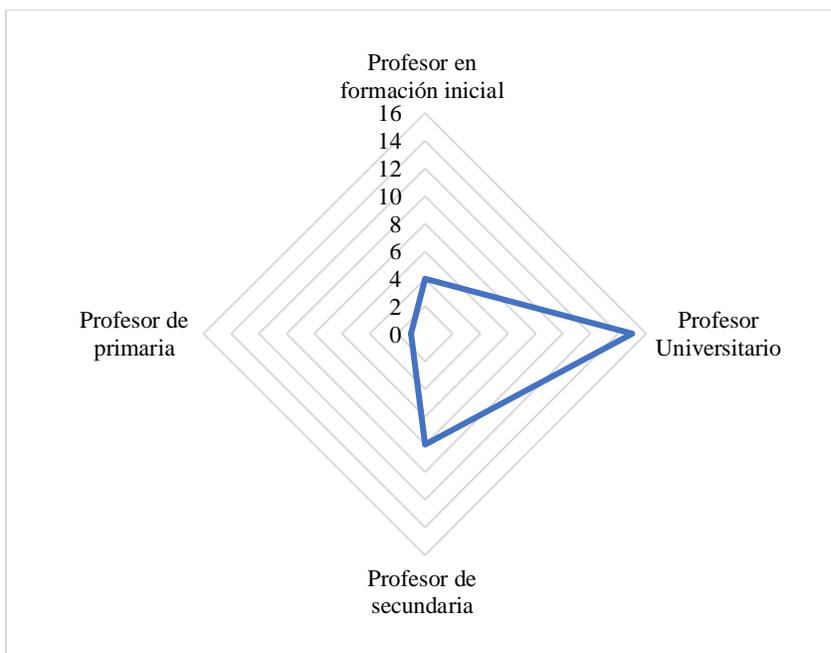
investigación, con la pretensión básica de generar una triangulación, visión holística y complementación (Gallardo, Vergel & Villamizar, 2017).

La figura 7 muestra que, de los treinta y nueve trabajos Latinoamericanos seleccionados, no sólo los realizados después del 2016, sino todos ellos, usan instrumentos válidos internacionalmente para caracterizar y analizar el CDC de un docente, como por ejemplo el ReCo. Además, se observa que estos trabajos también utilizan instrumentos propios investigaciones cualitativas

- **Subcategoría: Población participante**

En cuanto a la población de estudio, si bien, uno de los requisitos de búsqueda fue que estuvieran enfocados a profesores de educación superior, se encontraron otros documentos que cumplían con los demás requisitos, pero no con este mencionado, por ello se consideró necesario realizar una subcategoría de análisis para este ámbito. Como se evidencia en la Figura 8, del total de trabajos seleccionados solamente quince (15) de ellos se encuentran realizados en profesores universitarios, seguido de profesores de secundaria con ocho (8) trabajos, en profesores en formación inicial con cuatro (4) trabajos y finalmente, un (1) trabajo realizado con una docente de primaria.

Figura 8. Población participante.



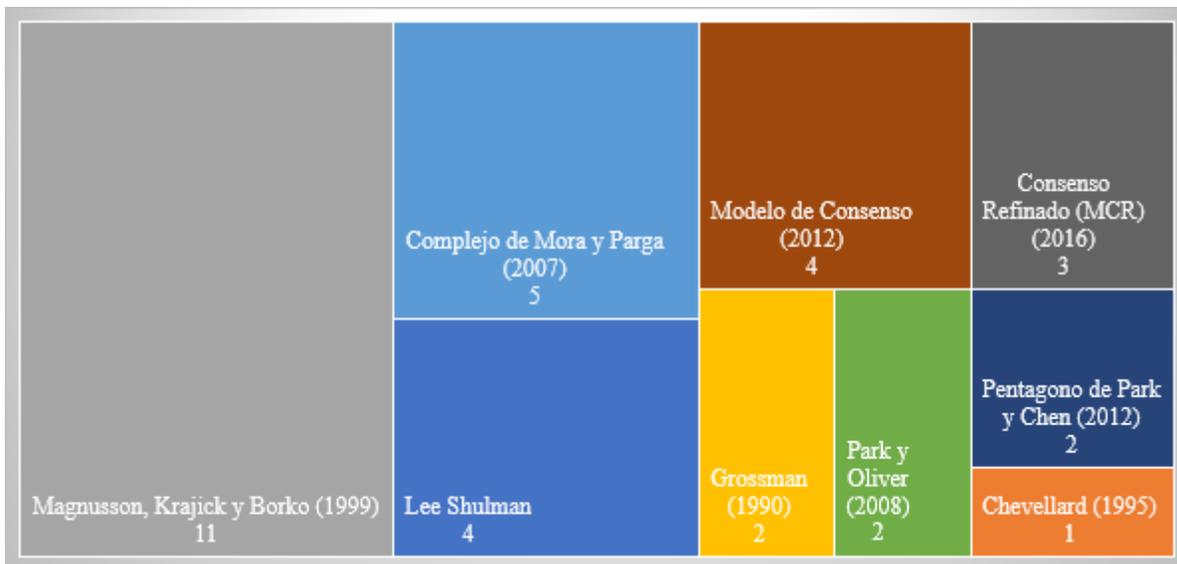
Nota. Elaboración propia.

Aunque el presente trabajo se centró en la búsqueda de documentos sobre el CDC en docentes universitarios y que se evidencia el tener el resultado más predominante en esta subcategoría, como se evidencia en la Figura 8, también se reconoce que en proporción a todos los documentos consultados, el estudio a docentes de educación superior sigue siendo bajo, como lo menciona un estudio realizado por Goes y Fernandes (2018), quienes resaltan que la mayoría de investigaciones sobre el CDC se encuentran en profesores en formación inicial y de educación media, generando la necesidad de realizar más investigaciones con docentes universitarios.

- **Segunda Categoría: Modelos del CDC**

Respecto a los modelos usados para la investigación del CDC en un período de 10 años en investigaciones Latinoamericanas, se evidenció una predominancia en el uso de nueve modelos diferentes, cada uno de los modelos como el número de artículos que los emplean se encuentran descritos en la Figura 9. En esta figura el 87% de los documentos (34 trabajos) adoptan algún modelo del CDC para realizar estudios en química, el otro 13% de documentos (5 trabajos) no corresponden a un estudio sobre el CDC sino a la enseñanza de carbohidratos o compuestos orgánicos, por ello no se tuvieron en cuenta para esta categoría de análisis.

Figura 9. Gráfico de jerarquía de los Modelos predominantes



Nota. Elaboración propia.

Del total de trabajos que adoptan un modelo del CDC en sus investigaciones, se evidencia una predominancia por el modelo de Magnusson et al. (1999), tal como lo menciona Dueñas (2019) este modelo se encuentra sustentado bajo el modelo de Grossman, diferenciándose del modelo de Magnusson et al. En que se añadió un quinto componente al CDC, el conocimiento de la

evaluación, lo cual promovió una especial importancia tanto al conocimiento que tiene el profesor sobre cada componente, así como a sus creencias. Adicionalmente, este modelo representó una fuerte orientación transformadora en las ciencias por plantear el dominio de mayores conocimientos como los lineamientos para la enseñanza, conocimiento del curriculares, conocimiento de la evaluación y una mayor y profunda comprensión sobre los estudiantes donde se pueden identificar áreas de dificultad y su posible abordaje (Álvarez et al., 2021). Ese puede ser el motivo de su selección y frecuencia, sin embargo, es importante reflexionar frente a los modelos del CDC y el aporte que cada uno de ellos ha hecho a lo largo de estos 37 años desde que Lee Shulman propuso por primera vez la idea, con el fin de realizar estudios que se encuentren enfocados en el análisis desde modelos más recientes y consensuados que reúnen las características más importantes y específicas del estudio del CDC.

- **Tercera Categoría: Enseñanza de los carbohidratos**

Durante el proceso de selección de documentos se identificaron cinco (5) trabajos enfocados en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos de bioquímica, dentro de los cuales también aplicaban propuestas para la enseñanza de los carbohidratos. Estos trabajos no se encontraban realizados bajo el análisis del conocimiento didáctico del contenido (CDC), sin embargo, para el presente estudio, resultó valioso para conocer las distintas metodologías que se emplean para la enseñanza de este contenido químico.

Tabla 9. Documentos seleccionados sobre enseñanza de los carbohidratos.

Año	Título	País	Metodología
2014	Taller temático con la composición química de los alimentos: una posibilidad para la enseñanza de la química.	Brasil	Pazinato y Braibante (2014). Proponen una enseñanza desde la <i>química en contexto</i> de los macronutrientes (carbohidratos, lípidos, proteínas) y micronutrientes desde el reconocimiento de las funciones orgánicas y su identificación en los alimentos y sus etiquetas. Para el caso de los carbohidratos, realizaron una práctica experimental donde aplicaron la <i>reacción de Benedict</i> para identificar azúcares reductores en frutas
2016	Análisis de alimentos: contextualización e interdisciplinariedad en cursos de educación continua.	Brasil	dos Santos, et al. (2016) presentan una enseñanza de los carbohidratos desde la lectura de etiquetas nutricionales en alimentos desde la teoría de <i>aprendizaje significativo</i> de David Ausubel. Se realizaron talleres, debates y prácticas de determinación de pH, análisis de azúcares reductores en los alimentos dieta, cero y común.

Año	Título	País	Metodología
2018	Propuesta de productos de aprendizaje para la unidad de aprendizaje carbohidratos con enfoque basado en competencias	México	Aguilar et al. (2013) proponen una comprensión de los carbohidratos desde el <i>estudio de casos</i> con un análisis de enfermedades como la diabetes y obesidad, recurrentes en México, debido a una mala alimentación. Realizan modelaje de las proyecciones de Haworth y Fischer, reacciones, cuadros comparativos de diversos carbohidratos, elaboración de una dieta, análisis de un cuadro clínico y su posible diagnóstico.
2018	La cocina como estrategia para mejorar la enseñanza aprendizaje de los conceptos de bioquímica.	Colombia	Pérez (2019) plantea una enseñanza desde el <i>modelo de escuela nueva</i> . Para el caso de los carbohidratos realizan Mermelada casera (gelificación, acción de la pectina), caramelización de cebolla (reacción de Maillard) y fermentación alcohólica de diferentes frutas, para tener una mayor apropiación de los conceptos y sus propiedades químicas vistas desde la cocina.
2020	C=OCARBOHIDRATOS: efecto del juego sobre el aprendizaje	México	Vera et al. (2020) desarrollan su propuesta de aprendizaje basada en la <i>gamificación</i> con la aplicación de un juego que facilita la comprensión de la clasificación, tipos, estructura, propiedades fisicoquímicas y función biológica de los carbohidratos.

Nota. Elaboración propia

Como se evidencia en la Tabla 9, la mayoría de las estrategias empleadas para la enseñanza de los carbohidratos incluyen la química en contexto, el estudio de casos, gamificación, escuela nueva y experiencias basadas en la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel. Su aplicación se encuentra relacionada con la alimentación debido a que este tema ofrece una amplia posibilidad de desarrollo y abordaje desde su composición y comportamiento en el cuerpo humano. En todos los estudios se plantea una enseñanza de los carbohidratos desde prácticas que permitan acabar con los llamados métodos tradicionales de enseñanza y le posibilite al estudiante tener un aprendizaje activo, contextualizado e interdisciplinar para conducir sus aprendizajes a un contexto real de su entorno y pueda hacer lecturas del mundo a partir de sus conocimientos científicos.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) todos los habitantes iniciando primordialmente por los niños de edad escolar, deben recibir una educación nutricional que refuerce el consumo de frutas y hortalizas y disfruten de ellas evitando a la vez el exceso de dulces, bebidas azucaradas y alimentos con alto contenido de sal, con el propósito de evitar en los próximos años el aumento de enfermedades derivadas de la malnutrición y que, por el contrario, se pueda potenciar el disfrute de una vida sana en toda la población. Del mismo modo, la Organización Mundial de la Salud, OMS (2023) resalta que el número de personas con diabetes pasó de 108 millones en 1980 a 422 millones en 2014, y que entre los años 2000 y

2019 las tasas de mortalidad por diabetes normalizadas por edades aumentaron en un 3%, por lo cual en el 2021 la Asamblea Mundial de la Salud aprobó una resolución relativa al fortalecimiento de la prevención y el control de la diabetes y, en mayo de 2022, aprobó cinco metas mundiales relativas al tratamiento de la diabetes y la cobertura de la atención a los afectados que se deben alcanzar de aquí a 2030.

Considerando estos aspectos, la enseñanza de un macronutriente tan importante y controversial como lo son los carbohidratos, debe trascender las clases magistrales centradas en el profesor para que pueda enfocarse en el alumno y la comprensión y asociación de conceptos químicos que este pueda generar con y para su entorno. Realizar diversas estrategias de enseñanza le permiten al docente fortalecer y enriquecer los diversos dominios del CDC y promulgar una alfabetización científica que sale netamente de los contenidos disciplinares y se centra también en el contexto social y de aprendizaje de sus estudiantes.

Síntesis de la Fase 1.

De acuerdo con lo presentado en esta fase y la cienciometría de los documentos analizados, se caracterizaron los modelos y tendencias investigativas del CDC y la enseñanza de los carbohidratos empleados para la enseñanza de la química a nivel internacional en el período 2012-2022. Se puede evidenciar que en Latinoamérica y específicamente en Colombia, hay mayor investigación y producción del CDC, sin embargo, hay un bajo número de documentos que realice investigación en estrategias de enseñanza para los carbohidratos y aún más bajo, trabajos que analicen el CDC de docentes que enseñan esta temática. En congruencia, hace falta mayor producción en contenidos disciplinares como los carbohidratos y macronutrientes, teniendo en cuenta que actualmente la OMS registra 422 millones de personas con diabetes mellitus (tipo 2) a causa de un alto consumo de carbohidratos y un desbalance alimentario, que implica una mayor acción a nivel educativo con el fin de alfabetizar científicamente, estimular, apoyar y adoptar medidas eficaces para su prevención y control.

Asumir y ser consciente de la realidad, implica que las instituciones y docentes latinoamericanos se formen en esa ambientalización y contextualización curricular de los contenidos y desarrollen permanentemente un CDC que les permita suplir estas nuevas necesidades mundiales, tal como lo plantea Parga (2015) el cambio educativo es propio de los cambios sociales y a su vez, los cambios sociales representan un cambio educativo, la prevalencia en un contenido surge del contexto que se analiza desde las disciplinas.

Al comparar estos resultados con lo hecho por Molina (2022) se evidencian hallazgos similares frente a las preferencias por la metodología cualitativa para caracterizar y analizar el CDC en profesores de ciencias. Además, menciona la presencia de metodologías cuantitativas y mixtas que, aunque están en menor proporción que la metodología cualitativa, lo que coincide con los resultados presentes. En cuanto a los instrumentos, las Representaciones del Contenido (ReCo) son destacadas como las más utilizadas para analizar el CDC en diversos temas de ciencias. Ambos estudios también coinciden en que la población de docentes en ejercicio es ampliamente estudiada; sin embargo, es importante destacar que la investigación de Molina se centró en revistas de habla hispana en el período de 2017-2022, lo que limita la comparación directa debido a diferencias en los criterios de búsqueda, filtros aplicados y el tipo de publicaciones analizadas.

Esta fase brindó información relevante para potenciar y analizar la enseñanza sobre y desde el CDC en varios países latinoamericanos, permitiendo conocer el nivel de producción de cada uno de ellos, posibilitando también, plantear soluciones o alternativas y replantear las estrategias de enseñanza destinadas por diversos profesionales, este aspecto resulta relevante y primordial en los estudios educativos porque permiten mejorar el abordaje de los contenidos de la enseñanza de la química y específicamente en docentes que cuentan con experiencia y que se encuentran consolidando un CDC personal y promulgado con el fin de reflexionar sobre lo enseñado y los resultados de sus estudiantes.

Finalmente, es importante mencionar que el análisis documental se realizó de forma manual evitando generar sesgos que pudieran influir en la investigación, sin embargo, este tipo de análisis podría verse mejor expresado con el apoyo de un software de análisis cualitativo. Adicionalmente, es considerable resaltar que los análisis aquí presentados se limitan a la ciencia abierta es decir a los documentos de acceso abierto.

4.2. Fase 2 Caracterización del CDC carbohidrato

El segundo objetivo específico del presente estudio propuso describir las características del modelo CDC de un profesor de química universitario, colombiano, cuando enseña la temática *Carbohidratos*. Para este análisis documental fue se hizo triangulación de instrumentos y categorías, teniendo en cuenta los cuatro instrumentos empleados: Instrumento 1 (**I1**) Cuestionario ReCo, Instrumento 2 (**I2**) Primera entrevista: aspectos del ReCo, Instrumento 3 (**I3**) segunda entrevista, realizada al finalizar la explicación del contenido disciplinar e Instrumento 4 (**I4**)

Observaciones no sistemáticas de clase. Cada uno de estos instrumentos fueron analizados bajo los cuatro componentes de Mora y Parga (2014) como se evidencia en la Tabla 10.

El análisis se desarrolló categorizando cada uno según las frases expresadas por el propio docente y que se alineaban con las categorías mencionadas en la Tabla 4. Cada una de las frases seleccionadas representa una *unidad de registro* y en total se obtuvieron 99 de estas. Con el objetivo de facilitar la comprensión y la clasificación, se asignaron porcentajes a cada categoría, asignando de manera proporcional el total de las 99 unidades de registro, que corresponden al 100%. En la Tabla 10, se puede observar el porcentaje para cada una de las categorías analizadas y que se explican en detalle más adelante (Ver anexo 8).

Tabla 10. Unidades de registro (UR) para categorizar los cuatro instrumentos.

Categoría / Subcategoría	UR
1. Categoría: Conocimientos creencias de lo disciplinar (CCD)	26 (26,2%)
Subcategoría: Conocimiento sustantivo (declarativo)	14
Subcategoría: Conocimiento sintáctico (procedimental)	12
2 Categoría: conocimiento creencias de lo contextual (CCC)	20 (20,2%)
Subcategoría: Aplicación al sector industrial	6
Subcategoría: Experiencia profesional en el campo de lo que se enseña	4
Subcategoría: Aplicación a lo cotidiano	10
3 Categoría Conocimientos creencias de lo psicopedagógico (CCP)	41 (41,4%)
Subcategoría: conocimiento del currículo	5
Subcategoría: concepciones alternativas	5
Subcategoría: estrategias de enseñanza	6
Subcategoría: metodologías y formas de organización de grupos	5
Subcategoría: Dificultades de aprendizaje	4
Subcategoría: Criterios de evaluación	5
Subcategoría: Actitudes hacia el aprendizaje o la enseñanza de carbohidratos	2

Categoría / Subcategoría	UR
Subcategoría: Formación y experiencia del profesor	4
Subcategoría: Uso de las Tic para la enseñanza	5
4 Categoría: Conocimiento creencia de lo Meta disciplinar (histórico-epistemológico) (CCM)	12 (12,2%)
Total	99 = 100%

Nota. Fuente. Adaptada de Mora y Parga (2008, p. 64) y Parga (2019)

4.2.1 Conocimientos Creencias de lo disciplinar (CCD)

Para caracterizar el CDC del profesor Alberto se utilizaron cuatro (4) instrumentos, para cada uno de estos instrumentos se realizó la clasificación de las unidades respecto a la categoría de conocimiento creencias de los disciplinar (CCD) y las subcategorías conocimiento sustantivo (declarativo) y conocimiento sintáctico (Procedimental).

- **Subcategoría Conocimiento Sustantivo:** Este conocimiento comprende marcos teóricos, paradigmas, leyes, conceptos, principios, de la disciplina enseñada (Parga & Mora, 2021). En el caso del docente Alberto, para enseñar el tema de *carbohidratos* considera importante que los estudiantes evidencien las diferencias y similitudes existentes entre el concepto glúcido, carbohidrato, azúcar reductor y azúcar no reductor. Así mismo pretende que los estudiantes encuentren una relación de este macronutriente con el metabolismo y la importancia en la industria de alimentos. El aprendizaje de los carbohidratos desde el metabolismo le permite al docente, enseñar desde el punto de vista bioquímico las reacciones, la estructura y cómo estas características y fenómenos son importantes e impactan en el metabolismo de los humanos, en la producción de energía bioquímica en los procesos vitales y por qué en un momento dado un desbalance en esas características, por ejemplo, en el consumo de azúcares o alimentos con un alto índice de glucemia puede afectar la salud. Además, el docente se encuentra suscrito a revistas científicas, lo que le permite tener información actualizada, esta información es compartida y discutida con sus estudiantes para que estén informados sobre las investigaciones hechas por comunidades científicas y originadas por fuentes de información confiables (I1, I2).

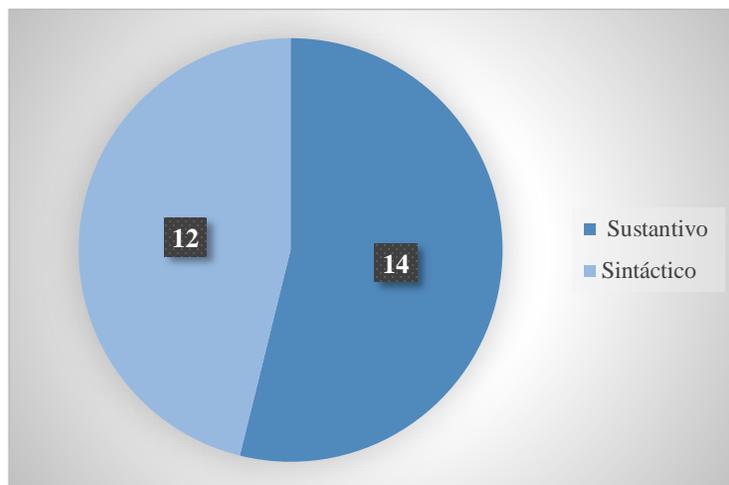
- **Subcategoría Conocimiento Sintáctico:** Este hace referencia al conocimiento procedimental, los métodos, instrumentos o cánones de evidencia que se usa en la disciplina para construir el conocimiento. El docente planifica las prácticas de laboratorio al incorporarlas desde el comienzo del semestre; sin embargo, asigna a un grupo específico de estudiantes la responsabilidad de desarrollarla, por ejemplo, presentando la metodología, por el método de Lane Eynon, utilizado en la industria de alimentos. Lo que hace aquí el docente es aprobar la presentación, revisa las temáticas, materiales y reactivos de laboratorio, los cuales deben ser solicitados en el almacén por el grupo encargado. Con base en estos criterios, el profesor evalúa el desempeño del grupo. Así mismo, solicita a los demás grupos la elaboración de un informe de laboratorio que registra procedimientos y cálculos empleados en la cuantificación de carbohidratos en el alimento seleccionado libremente por cada grupo.

El método de Lane Eynon, se basa en una titulación con el uso de un complejo cúprico, compuesto por partes iguales de Fehling A y Fehling B, los cuales son reactivos compuestos por solución de sulfato cúprico (II) y tartrato de sodio o potasio, respectivamente, este proceso se realiza en caliente con el uso de azul de metileno como indicador final de la titulación. Para su desarrollo el grupo monitor realizó una propuesta de laboratorio guiada y revisada por el docente Alberto. En la práctica de laboratorio se emplearon reactivos como sulfato de cobre pentahidratado, tartrato de sodio y potasio tetrahidrato, hidróxido de sodio (10%), glucosa anhidra (1%), reactivo Fehling A, reactivo Fehling B, azul de metileno, hidróxido de sodio, ácido clorhídrico, acetato de plomo y oxalato de sodio, a su vez, emplearon instrumentos como matraces volumétricos de 200 mL, buretas, vasos precipitado, perlas de vidrio o ebullición, pipetas aforadas, condensador, Erlenmeyer, varilla agitadora, plancha de calentamiento y papel indicador.

(I4)

Como se evidencia en la Figura 10 en la caracterización del CCD se encontraron 14 unidades de registro (UR) correspondientes al (14,14%) del total de unidades de registro para el conocimiento sustantivo (declarativo) y 12 unidades de registro (UR) correspondiente al (12,12%) para el conocimiento sintáctico (Procedimental).

Figura 10. Unidades de registro del conocimiento creencias de lo disciplinar.



Nota. Elaboración propia

4.2.2. Conocimientos creencias de lo contextual (CCC)

- **Subcategoría aplicación al sector industrial:** El docente demuestra un interés por mostrarle a sus estudiantes las aplicaciones industriales que tiene el reconocimiento de los azúcares en los alimentos, empleando el análisis de alimentos en el laboratorio y estudios de casos, enseñando cómo corroborar la información que viene en las etiquetas nutricionales o en la composición nutricional de los alimentos acorde a lo reportado en las Normas Técnicas de Colombia (I1, I2, I3). Adicionalmente en clase observaron un diagrama del sistema de producción industrial de caña de azúcar del 2015 que es el producto agrícola bandera para la producción de muchos subproductos incluido el azúcar de mesa. En este análisis industrial, el docente abordó desde las buenas prácticas agrícolas del campo o cañero hasta las industrias que se benefician de esta materia prima. También socializaron sobre la producción de panela, un producto natural que por consiguiente no debe tener aditivos, pero que, sin embargo, tiene añadidos para cambios de color; en este caso el docente les mencionó la Norma Colombiana y la legislación del INVIMA para realizar control de calidad en panela contra sulfitos y colorantes artificiales (I4).
- **Subcategoría Experiencia profesional en el campo laboral que enseña:** El docente Alberto cuenta con una experiencia de más de trece años en la industria alimentaria, donde

se desempeñó como Jefe Nacional de Laboratorio en una reconocida y grande cadena colombiana de supermercados. En ese cargo, tuvo que familiarizarse en detalle con los aportes nutricionales de los alimentos que se comercializaban en ese lugar y comprender, en su rol de químico, las necesidades de la industria para la cual trabajaba. Esta experiencia le ha permitido al docente conocer y mantenerse actualizado sobre los métodos de análisis químico que se utilizan actualmente en Colombia en la industria de alimentos y cómo simularlos para estudiantes de educación superior. Posterior a su vinculación en la industria de alimentos, en el año 2003 entró a enseñar Química Analítica en la Universidad Pedagógica Nacional y desde entonces trabaja como docente en esta institución (I2, I3).

- **Subcategoría aplicación a lo cotidiano:** Dentro de este dominio, el profesor resalta que actualmente se promueve bastante información falsa o errónea sobre la incidencia de los alimentos en el metabolismo y específicamente hablando de los carbohidratos, se han satanizado, considerando lo que esto podría conllevar a los licenciados en química, quienes son sujetos con amplio contacto social, que deben conocer cómo interactúan los diferentes macronutrientes con el metabolismo y para que alfabeticen a las personas que en un momento dado no necesariamente realizarán estudios científicos, pero que, sí requieren que estén informados para no continuar creyendo y promoviendo noticias falsas, y que por el contrario puedan tomar decisiones conscientes y científicas.

Con base en lo anterior, Alberto inició la temática de carbohidratos presentando la película “Punto de equilibrio” primera película educativa realizada en Argentina sobre la diabetes y discutió con sus estudiantes las causas de la diabetes y el impacto benéfico que tienen los hábitos de vida saludables para su prevención y tratamiento. Algunos estudiantes compartieron experiencias personales con familiares diabéticos lo cual ayudó a corroborar las ideas presentadas en la película, conocer la situación desde un contexto más cercano y reflexionar sobre los controles que se llevan de esta enfermedad. A partir de esta situación, el docente vinculó el tema explicando el estrés oxidativo y la ruta metabólica que tienen los carbohidratos en el ciclo de Krebs (I1, I2, I4).

Alberto: Por lo general, yo pretendo crearles un contexto, por eso el tema de alimentos y una relación de alimentos y salud, de tal forma que se puede involucrar todo el tema metabólico. Entonces, creando esa estructura, ese contexto, por

ejemplo, uno puede empezar a mirar el efecto que tiene el consumo de alimentos altamente azucarados relacionados con algunas enfermedades como la diabetes, glucemias altas y la hiperglucemia. Involucrar ese contexto inicial, crear ese ambiente de trabajo para que ellos, en un momento dado (siempre, por lo general, en las familias, siempre hay alguien con problemas de niveles de azúcar en la sangre, por ejemplo), siempre les llama la atención y les crea esa curiosidad de conocer más allá de lo que hasta el momento saben (I1).

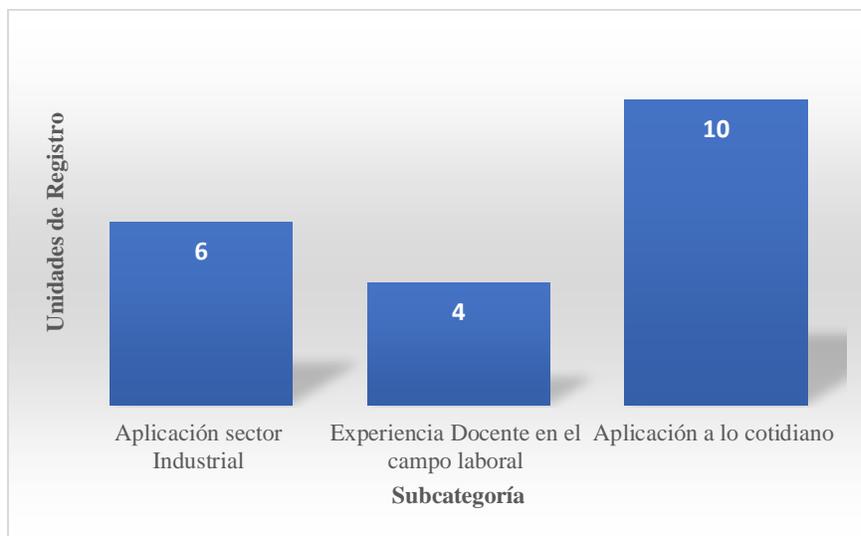
Adicionalmente a los ejemplos ya citados, el docente realizó lecturas de artículos científicos actualizados sobre enfermedades generadas por un desbalance en la alimentación, que los estudiantes expusieron, con el fin de incluir cuestiones sociocientíficas que le permitieran abordar temáticas sociales y científicas en conjunto (I2). También a raíz de las preguntas de los estudiantes se mencionó la diferencia entre azúcar morena y azúcar blanca, en cuanto a sus procesos de producción y productos añadidos para su conservación lo cual cambia la connotación de un producto natural. Así se discutió la reacción Maillard o reacción de pardeamiento no enzimático a partir de la caramelización y el tono amarillo del azúcar. Esta subcategoría presenta un alto número de unidades de registro, a causa de que el docente cita constantemente ejemplos de situaciones cotidianas para afianzar los conceptos disciplinares aprendidos y su enseñanza se encuentra enfocada en una comprensión de los contenidos disciplinares desde un contexto social y aplicado, para no caer en un aprendizaje memorístico.

En conclusión, en esta categoría se puede evidenciar, como lo mencionan Caamaño (2018) y Parga y Piñeros (2018) la enseñanza contextualizada de la química se fundamenta en un aprendizaje situado, donde se crea una relación entre la ciencia y la vida cotidiana de los estudiantes, en aspectos personales, profesionales y sociales. Esta contextualización le permite al estudiante interpretar y explicar el contexto, ser parte de este para introducir y desarrollar modelos y conceptos, y poder finalmente aplicarlos a nuevos contextos. Tal y como lo realiza el profesor Alberto, al incluir cuestiones sociocientíficas, amplía la posibilidad de enseñar la química en diferentes campos de la actividad humana, con problemas interdisciplinarios y favoreciendo la comprensión y motivación por el aprendizaje de temáticas disciplinares que se encuentran relacionadas con los intereses de los estudiantes.

Para el análisis de la presente categoría se encontraron 6 UR (6,06%) para aplicación al sector industrial, 4 UR (4,04%) para la Subcategoría Experiencia Profesional en el campo de lo que

enseña y finalmente 10 UR (10,10%) para la última subcategoría referido a la aplicación a lo cotidiano, como se evidencia en la Figura 11.

Figura 11. Unidades de registro sobre las creencias del contexto (CCC).



Nota. Elaboración propia

4.2.3. Conocimientos creencias de lo psicopedagógico (CCP)

Para el análisis de esta categoría se tuvo en cuenta el conocimiento sobre el currículo, su diseño para enseñar, las secuencias de aprendizaje, los modelos de enseñanza, herramientas tecnológicas y los criterios de evaluación que emplea.

- **Subcategoría Conocimiento del currículo:** Respecto a esta categoría relacionada con la perspectiva curricular de la institución, el docente menciona que la clase que orienta sobre alimentación y carbohidratos es realizada en últimos semestres como uno de los énfasis de la carrera, para lo cual se esperaría que los estudiantes presentarán algunos conocimientos básicos sobre Química Orgánica y Bioquímica de lo que son las estructuras y algunas reacciones de carbohidratos; sin embargo, se ha encontrado con falencias que debe reforzar en su clase. Respondiendo a la pregunta ¿Qué factores influyen en la enseñanza de la idea? Por ejemplo, las normas, el currículo, el entorno social, el trabajo entre docentes; el docente responde que:

Alberto: El currículo es un tema difícil de manejar, por lo que es necesario cumplir con ciertas temáticas. A veces es necesario avanzar demasiado rápido en algunas cosas, lo que dificulta la posibilidad de establecer interrelaciones sobre la

complejidad en el entorno externo. En otros casos, el currículo es muy rígido y uno puede demorarse un poco más en algunas temáticas. Entonces, a veces no se alcanzan a abordar temas como estos en los cursos que se debería. Y eso, por supuesto, va a dificultar un poco la enseñanza del concepto. Ya en un nivel noveno, uno supone que deberían saberlo. Desde el punto de vista del currículo y el *syllabus*, eso influye bastante (I1).

- **Subcategoría Concepciones alternativas:** Relacionado con las preconcepciones y construcciones que trae el estudiante en cuanto al contenido carbohidrato, Alberto responde a la siguiente pregunta ¿Qué preconcepciones o ideas alternativas o errores conceptuales tienen los estudiantes sobre esta idea y cómo influye eso en la enseñanza?

Alberto: Sí, tienen bastantes preconcepciones, porque a veces los estudiantes asumen, por ejemplo, que un *carbohidrato* es lo mismo que un *azúcar*, cuando no es cierto. Es una idea que traen, inclusive, uno diría que, desde antes, desde las clases de química orgánica debería estar un poco claro, pero no es así. No existe esa claridad. Lo mismo ocurre con el concepto de *reductores* y *no reductores*, a veces es difícil porque no tienen muy claro el concepto. Como no lo tienen muy claro desde el punto de vista estructural de la molécula, entonces tienen errores en ese concepto (I1).

Las preconcepciones que presentan los estudiantes provienen en gran medida de la familia, los diferentes medios divulgativos como las redes sociales, la televisión, la publicidad y las noticias que promueven ideas erróneas o que no se interpretan del modo correcto y modificar estas ideas en los estudiantes conlleva un gran trabajo (I1, I3).

Alberto: Hay gente que piensa que las industrias están para llenarse de plata, y esas son preconcepciones erradas. Pensar que los alimentos que se preparan en la industria son malos y los que se hacen en casa no son malos, entonces, lo que cocinamos en casa es lo mejor que hay, pero nosotros tenemos muchos errores en los procesos de cocción y manejo de alimentos en casa que pueden elevar esos niveles de azúcares y que van a generar enfermedades (I1).

Finalmente, dentro del curso de alimentos también se debate el impacto de la industria a nivel social y económico y el consumo de alimentos procesados, con el fin de que el estudiante conozca

sus necesidades metabólicas y realice un balance equilibrado sin dejarse influenciar por aspectos externos que juzgan a la industria de alimentos.

- **Subcategoría Estrategias de enseñanza:** El docente Alberto inicialmente referencia los intereses que presentan los estudiantes frente a la temática, así mismo como los conocimientos básicos que se tienen hasta el momento. Con base en ello, el docente recurrió al uso de una película sobre la diabetes como introducción, posteriormente realizó una explicación sobre la clasificación de los carbohidratos en función de las unidades monoméricas, detallando la utilidad de cada grupo mencionado y su relación con el metabolismo según el Ciclo de Krebs. Asimismo, abordó aspectos cruciales a considerar en la dieta, respaldados por datos de organizaciones como la OMS. A continuación, exploró la importancia de los carbohidratos en la industria alimentaria y farmacéutica, introduciendo el tema de las fibras, su clasificación, importancia y aplicaciones. También contextualizó la evolución del concepto carbohidratos a lo largo de la historia, de forma social, es decir, en cuanto a las concepciones que se tenían sobre ese macronutriente y su relación con la alimentación. Posteriormente, explicó los carbohidratos desde la perspectiva de su función endulzante. Utilizó representaciones de estructuras químicas en el pizarrón y recurrió a internet para visualizarlas. Explicó la distancia adecuada que deben tener los oxígenos en las moléculas y su relación con la generación de respuesta en las papilas gustativas mediante la interacción química con los receptores. Relaciona esta característica con los edulcorantes artificiales a raíz de una pregunta de un estudiante. También explicó la diferencia entre azúcares reductores y no reductores, además de destacar la importancia de la retención de agua en los carbohidratos y su relevancia en la industria alimentaria. Para concluir la sesión, el profesor organizó a los estudiantes en grupos preestablecidos para abordar un artículo científico titulado "Cáncer de Mama y Dieta". Cada grupo recibió asignaciones específicas para leer, discutir y crear diapositivas que resumieran distintas secciones del artículo (I4).

Alberto: Adicionalmente, se planean algunos talleres. Cuando hemos avanzado un poco en la temática, comienzo con algunos talleres para desarrollar en clase o en casa. En la siguiente sesión, tratamos de resolver algunas dudas que se tengan, ya que esos talleres, por lo general, pueden incluir una parte de cálculos analíticos. En esta parte, se plantea el aporte calórico de los carbohidratos, proteínas y grasas,

por lo tanto, necesitan hacer un análisis crítico de esos resultados. No es solo que tengan el 10% de azúcar, sino qué implicaciones tiene. Incluso, estos talleres no se encuentran en los libros, ya que son hechos de la vida real. Los datos y todo lo que utilizo para construir un taller, lo he hecho en algún momento a mano, lo que se ha realizado en laboratorios de otros semestres para traerlo al curso. Usamos esos datos que son reales y hacemos el ejercicio (I1).

Al contrastar la información que proporcionó el docente Alberto, es evidente que su planeación es llevada a cabo en su totalidad en el desarrollo de sus clases, destacando el uso recursos como el tablero, diapositivas, videos e imágenes de internet, ocho (8) artículos científicos que se encuentran asignados en la plataforma Moodle sobre carbohidratos y que son asignados a los estudiantes del curso con el fin de desarrollar el material conforme se avanza en el tema.

- **Subcategoría Metodologías y formas de organización de grupos:** Con respecto a este dominio se analizan los aspectos que facilitan o dificultan el desarrollo del contenido como la formación con antelación en otros cursos, tiempos de desarrollo o distribución por grupos, para lo cual el docente menciona que presenta algunos apuntes básicos donde escribe generalidades de las temáticas que se abordan en clase, también suele escribir en papeles la estructura en forma de lista de chequeo, donde puede ir visualizando de forma organizada lo que se alcanzó a trabajar en clase; adicionalmente, previo a la clase, busca bibliografía pertinente para la discusión entre grupos.

Alberto: Entonces, vamos a leer tal artículo y pienso cómo lo vamos a repartir, porque a veces son artículos de 30 páginas, y si una sola persona lo lee, se acaba la clase y no hicimos nada. Por lo tanto, lo divido en grupos de trabajo de tal forma que ellos después puedan combinar y discutir alrededor. Los títulos muchas veces yo digo: "Este sirve para tal grupito, y ese para tal grupo", dependiendo en muchas ocasiones de lo que he podido percibir que les llama más la atención. (I2)

Finalmente, acorde con la metodología, uno de los aspectos que dificultan el desarrollo de los contenidos es que a los estudiantes se les dificulta reconocer estructuralmente un azúcar reductor de uno que no lo es, por la diferencia de tiempo en la que aprendieron el concepto, dado que Química Orgánica en el *syllabus* los estudiantes la ven aproximadamente en quinto semestre y el énfasis de alimentos en noveno o décimo semestre, como resultado, no se tiene una constante

aplicación de las temáticas en las demás asignaturas, por lo que fácilmente pueden llegar a olvidar aspectos importantes de la temática. (I3)

- **Subcategoría Dificultades de aprendizaje:** Una de las dificultades que el docente reconoce en la enseñanza de Carbohidratos es la poca interdisciplinariedad entre las ramas de la química, porque cada una de ellas se ve por separado y cada docente se encarga en enseñar de forma individual sus contenidos, aislados de un contexto que interrelacione otros conocimientos y esto, se ve reflejado en los ciclos de profundización, donde los estudiantes presentan confusiones o no saben aplicar los conocimientos en un contexto específico.

Alberto: Si lo vemos desde el punto de vista del estudiante, cuando llegan a un curso que es de noveno semestre, hay seis personas de séptimo, pero son estudiantes que están igualmente en el ciclo de profundización. Es que venimos contruidos muy cuadrículados, que, si yo aprendí la orgánica, era solo la orgánica, si yo aprendí inorgánica, era solo inorgánica. Entonces nos queda muy difícil correlacionar fenómenos fisicoquímicos, como la Energía Libre de Gibbs, como el delta H, como la entalpía en un alimento, porque eso es un tema de la fisicoquímica y hasta ahí, fenómenos de superficie, isotermas; esos son temas de la fisicoquímica y eso nada que ver con la bioquímica, con los alimentos. Entonces, les queda difícil hacer esa unión precisamente porque estamos muy cuadrículados, armar ese rompecabezas es difícil. ¿Cómo se supera? Armando el contexto, eso es lo que yo intento, por lo menos, dar un contexto de la enfermedad y el alimento, y ahí es donde converge todo (I2).

- **Subcategoría Criterios de evaluación:** Alberto menciona que constantemente se encuentra evaluando a sus estudiantes, aclara que no se les especifica todo el tiempo, porque para algunas personas la evaluación genera un poco de tensión y miedo; sin embargo, las evaluaciones escritas no son la única forma de evaluar a un estudiante, principalmente lo que el docente observa es la calidad y la medida en que modifican su discurso químico, más allá de otorgar una nota cuantitativa, el docente se concentra en realizar diversas actividades que le permitan evidenciar en qué medida los alumnos van mejorando su interpretación y su discurso, con respecto a las ideas iniciales con las que llegaron (I1, I2). Antes de iniciar el tema, el docente Alberto realiza preguntas para conocer

qué saben los estudiantes sobre el tema y motivar un diálogo con ellos para lo cual se plantea un contexto para introducir el tema.

Alberto: Evaluación: Por un lado, las lecturas que hicimos en clase. Esto tiene una evaluación para aquellos que tenían que realizar actividades como elaborar diapositivas o escribir acerca de los artículos leídos; se va a evaluar la socialización que se realizará en su presentación. La parte de laboratorio se evalúa a través de un informe que no solo incluye los carbohidratos, sino también todos los otros nutrientes presentes en los alimentos, precisamente para articular todo. Por supuesto, se tendrá en cuenta el tema de sus discursos.

En cuanto a una evaluación escrita, se lleva a cabo en el momento del parcial. Esto se hace por exigencia de la misma universidad que requiere la realización de cortes evaluativos. El parcial no sólo evaluará los carbohidratos, sino también todo lo que hemos visto anteriormente, para que los estudiantes vayan articulando no sólo el tema de carbohidratos, sino también el de agua y lípidos, de manera que se integre toda la materia (I3).

Se puede evidenciar que el docente maneja evaluación sumativa y formativa, porque se encuentra evaluando durante todo el proceso con diferentes actividades.

- **Subcategoría Actitudes hacia el aprendizaje o la enseñanza de carbohidratos:** Se destaca la participación del profesor con el grupo, generando preguntas que avivaron el interés de los estudiantes en la temática. Esto se reflejó en la atención de los estudiantes al plantear preguntas relacionadas con el tema basadas en comentarios que habían escuchado o en experiencias personales. Además, el profesor demostró una dinámica presentación al moverse por el espacio del aula y utilizar diversos instrumentos, como el tablero, las diapositivas y el acceso a internet, para enriquecer la dinámica de la clase (I3). El docente demuestra interés en las preguntas de los estudiantes y aborda las enfermedades y casos clínicos con respeto y sin prejuicios, esta actitud es evidente en cada una de sus clases, sin generar comentarios ni señalamientos a personas o hábitos, sino que aborda las enfermedades desde conceptos bioquímicos.
- **Subcategoría Formación y experiencia del profesor:** El docente Alberto tiene 13 años de experiencia en la industria de alimentos donde se desempeñó como jefe Nacional de Laboratorios de fisicoquímica, sensorial, empaques, microbiología, laboratorio especial de

frutas y verduras de una de las principales cadenas de supermercado en Colombia. También se desempeñó como asesor del Ministerio de agricultura de la República Dominicana de laboratorio en temas de normatividad, posteriormente se vinculó a la Universidad Pedagógica Nacional donde lleva 20 años de experiencia como docente de química de alimentos. Actualmente, aunque se dedica principalmente a la enseñanza, también realiza trabajos con laboratorios privados y asesorías industriales, lo cual le permite estar vinculado y actualizado con la industria de alimentos para posteriormente enseñarlo en sus clases. Durante su trayectoria en la docencia se vinculó al grupo *Didáctica y sus ciencias* donde empezó a realizar investigaciones desde lo disciplinar químico en aspectos relacionados con la bioquímica y los alimentos. Reconoce que a lo largo de su trayectoria en la universidad ha presentado una evolución en lo didáctico de sus investigaciones. Al principio se centraba en la creación de instrumentos, actualmente promueve con mayor medida estrategias de enseñanza de diversos conceptos. Hoy, se encuentra involucrado en temas *Alimentómica* de ciencias ómicas alrededor de los alimentos donde se han desarrollado muchos trabajos de grado e investigaciones científicas (I1, I2, I3).

- **Subcategoría Uso de las Tic para la enseñanza:** El docente incorpora el uso de las TICs desde el inicio del curso a través de la plataforma *Moodle*. En esta ha creado un grupo donde mantiene un repositorio con el programa del curso, artículos científicos, talleres y vídeos, que los estudiantes pueden consultar de manera continua. Además, utiliza la plataforma para que los estudiantes carguen diversas actividades, como informes, talleres y presentaciones con diapositivas (I1, I4).

En sus clases, el docente emplea presentaciones con diapositivas y complementa estas presentaciones con búsquedas en Internet para visualizar moléculas químicas según la temática que esté abordando. En las diapositivas, incorpora una variedad de elementos, incluyendo vídeos, imágenes, diagramas y textos.

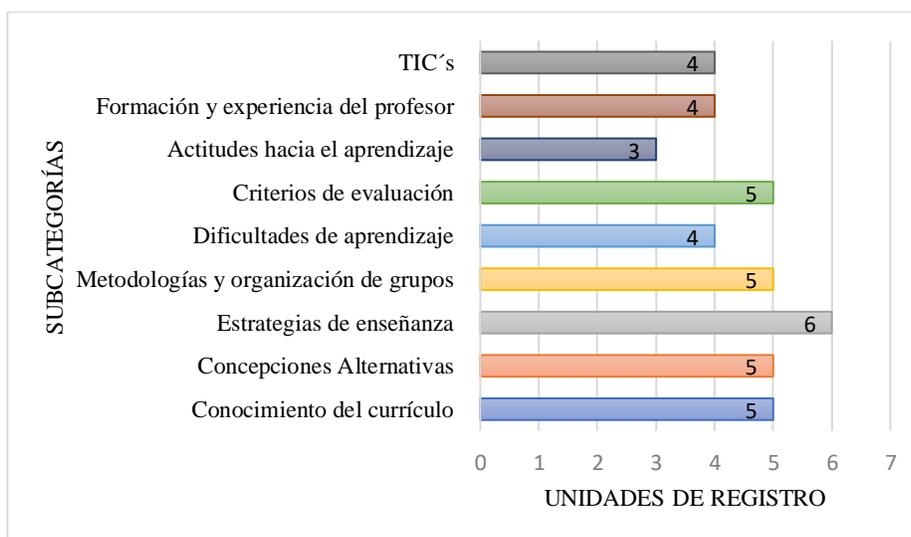
En situaciones donde las circunstancias requieren que las clases se lleven de manera remota, Alberto utiliza la plataforma *Microsoft Teams*, y para el desarrollo de las temáticas utiliza un software de dibujo digital llamado *PenDrawer* para representar diagramas, moléculas y reacciones químicas, lo que enriquece el proceso de enseñanza (I3).

Finalmente, de esta categoría se puede concluir que el currículo de química determina en gran medida la metodología de enseñanza en los diferentes cursos, los beneficios y dificultades

asociadas a la enseñanza - aprendizaje de la química. Como menciona Gilbert (2006) los currículos de química contextualizados deben afrontar una serie de retos, entre los que se encuentra: 1. Evitar un currículo sobrecargado mediante una adecuada selección de contenidos, 2. Capacitar a los estudiantes para desarrollar un esquema mental coherente sobre los conceptos químicos, 3. Hacer posible la transferencia, es decir, facilitar a los estudiantes conectar lo que han aprendido en una situación con otra situación. 4. Relacionar el aprendizaje en química con elementos que son relevantes personalmente para los estudiantes y 5. Seleccionar un conjunto equilibrado de énfasis curriculares más allá de los conceptos, las explicaciones y el desarrollo de las habilidades científicas, como son la química cotidiana, la ciencia, la tecnología y las decisiones, y la naturaleza de la ciencia. Dentro de estas premisas encontramos las dificultades mencionadas por el Alberto y que intenta abordar y suplir desde su metodología de enseñanza, que se encuentra relacionada con su experiencia académica y laboral en la industria de alimentos.

Para el análisis de la presente categoría se encontraron 5 UR (5,05%) para la subcategoría del conocimiento del currículo, 5 UR (5,05%) para las concepciones alternativas, 6 UA (6,06%) para el conocimiento sobre estrategias de enseñanza, 5 UR (5,05%) para las metodologías y organización de grupos, 4 UR (4,04%) para las dificultades de aprendizaje, 5 UA (5,05%) criterios de evaluación, 3 UR (3,03%) sobre las actitudes hacia el aprendizaje o la enseñanza de carbohidratos 4 UR (4,04%) de la formación y experiencia del docente y finalmente, 4 UR (4,12%) para uso de las Tic para la enseñanza, como se evidencia en la Figura 12.

Figura 12. Conocimientos creencias de lo psicopedagógico (CCP)



Nota. Elaboración propia

4.2.4. Conocimientos creencias de lo Metadisciplinar (histórico, epistemológico) (CCM)

En relación con esta subcategoría, se consideran diversos elementos para evaluar la inclusión de herramientas asociadas a lo metadisciplinar. Inicialmente, el docente plantea realizar la introducción de la temática utilizando una película con el propósito de estimular el debate y la generación de preguntas por parte de los estudiantes respecto a las problemáticas vinculadas al consumo excesivo de carbohidratos, especialmente desde la perspectiva de las enfermedades (I1, I2). Además, contempla la implementación de lecturas relacionadas con el desarrollo de nuevos productos alimenticios, en particular los *reemplazadores* de azúcares, y busca con ello relacionar las implicaciones que tiene el consumo de estas sustancias con procesos metabólicos (I1). Así mismo, se realiza un análisis crítico de las concepciones existentes en la industria de los alimentos, explorando la evolución del concepto de alimentos a lo largo de las décadas, comenzando en la década de los años 50 y promueve la discusión en torno a las implicaciones del uso del término "alimento ultra procesado" presentando cómo este concepto se aborda en distintos contextos en relación con el rotulado de los alimentos, lo que generó tensiones cuando las normativas de etiquetado se introdujeron y cómo esto llega al contexto nacional (I1, I4).

La categoría de conocimiento de creencias metadisciplinares aborda aspectos relacionados con la producción del conocimiento, obstáculos epistemológicos, formas de vida de las comunidades científicas, debates, controversias, revoluciones científicas y experimentos cruciales, como lo plantean Mora y Paga (2014). Estos aspectos se encontraron en menor proporción en las clases analizadas. Sin embargo, el docente los vincula en cada temática, no solo involucrando contexto histórico, sino también incluyendo temáticas controversiales, y especialmente frente a hechos relevantes en la ciencia.

Alberto: Si bien en el curso uno no se va tanto a la historia de los desarrollo de algún concepto, si se abordan temas que han sido debatidos por algunos investigados desde el punto de vista nutricional o químico ya que usamos artículos de diferentes años, por ejemplo, hacemos la lectura, hacemos el análisis en clase y miramos cuál fue el impacto que tuvo y cómo ha ido más o menos tejiendo el conocimiento alrededor de los carbohidratos, insisto no vamos tan atrás porque muchas veces por lo menos si uno piensa irse demasiado atrás a veces puede demorarse en el cumplimiento del *syllabus* que nos exige la Universidad que

cumplamos, entonces a veces es complicado, entonces desde ese punto de vista es revisar artículos de diferentes años y cómo se va tejiendo el conocimiento (I1)

En la segunda clase, se realizó una amplia explicación de la industria de la caña de azúcar, vista desde diversos ámbitos, como el industrial, el científico (químico-bioquímico) y el social. El profesor Alberto muestra cómo los aspectos históricos y multidisciplinarios se entrelazan para comprender la industria de alimentos y su evolución a lo largo del tiempo. Este enfoque contextual enriquece la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, ya que les permite conectar los conceptos bioquímicos con situaciones reales y comprender la relevancia de su disciplina en la vida cotidiana, profesional y social.

Alberto: Recuerden que estamos en un siglo donde el estudio a profundidad del genoma de las especies es importante, porque eso permite inclusive la manipulación genética para desarrollar especies resistentes a plagas o que generen mayor producción, etc. (...) A veces, el dato de que estamos en deuda con el planeta pasa desapercibido (...). Entonces, ¿cuál es la solución? La solución radica en la manipulación genética, o al menos eso es lo que se ha hecho en los últimos años, como la creación de cruces de variedades para aumentar la producción por unidad de área sembrada (I4).

De esta categoría se registraron 12 unidades de registro que corresponde al 12,12% del total de las unidades de registro, donde se evidencia una tendencia hacia los aspectos sociales, más que a los histórico-epistemológico.

4.3. Análisis de categorías desde la observación

En el proceso de caracterización del CDC del docente Alberto, se realizó la observación de tres clases enfocadas a la enseñanza del contenido *carbohidrato*.

- **Observación sesión 1**

La primera sesión fue desarrollada el martes 03 de octubre de 2023, en la cual se realizó un laboratorio de determinación de carbohidratos por el método Lane Eynon. En la clase anterior, el grupo monitor encargado de desarrollar el laboratorio, con ayuda y guía del docente Alberto, explicaron a través de la presentación de unas diapositivas la guía de laboratorio y el fundamento teórico de este método analítico. Bajo este criterio, el día de la práctica de laboratorio que tuvo una duración de tres horas, cada uno de los grupos ya tenía conocimiento del procedimiento a

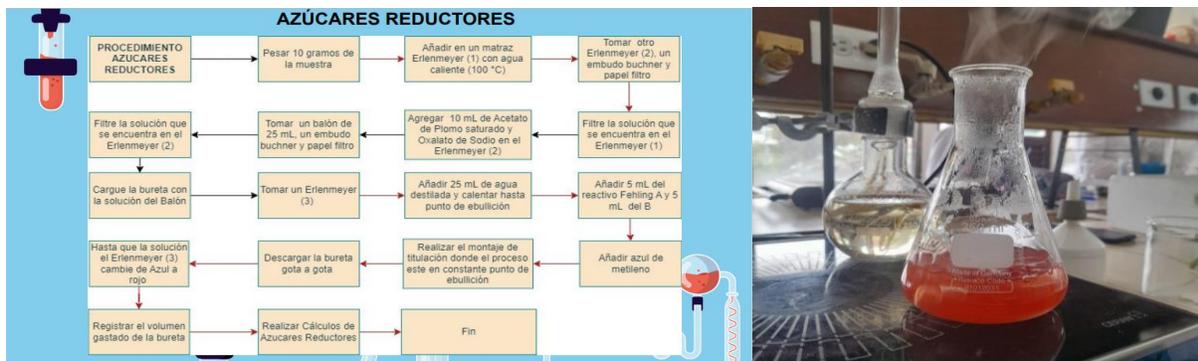
desarrollar con los alimentos seleccionados por ellos mismos, de igual modo el docente Alberto estuvo todo el tiempo presente en el laboratorio resolviendo preguntas, ayudando y observando el proceso de los estudiantes.

Durante del desarrollo de esta práctica se evidencia un alto desarrollo del conocimiento y creencias de lo disciplinar (CCD) y conocimiento y creencias de los contextual (CCC) debido a que la intención del docente al realizar esta práctica, era que los estudiantes identificaran y reconocieran la presencia de azúcares reductores y no reductores en un alimento, a través de una práctica experimental, que es ampliamente usada en la industria de alimentos, con el fin de corroborar la información nutricional del alimento con lo establecido por la Normas Técnicas Colombianas.

Alberto: La idea es que lo que hacemos en el laboratorio se parezca a lo que hacen los laboratorios de calidad. Entonces, tomamos este método porque es el de referencia y el que normalmente se hace en un laboratorio de análisis de alimentos. Se podrían utilizar otros, pero los otros tienen que ser referenciados o calibrados frente al Lane Eynon. Por eso se utiliza este método como el principal (I4).

Lo anterior permite evidenciar un dominio metodológico y procedimental por parte del docente para determinar macronutrientes con técnicas de nivel industrial, que le posibilitan contextualizar conceptos teóricos en un contexto cercano y cotidiano como es el de alimentos.

Figura 13. Guía azúcares reductores y obtención en el laboratorio

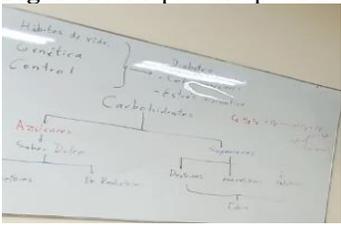


● **Observación sesión 2**

La segunda observación se realizó el jueves 05 de octubre de 2023, la clase inició a las 10:12 a.m. y tuvo una duración de tres horas en modalidad presencial. En esta clase se realizó una introducción a los carbohidratos; inicialmente el docente escribió en el tablero las temáticas a abordar en la clase y continuó dando una introducción a los carbohidratos mencionado la

controversia que existe sobre los azúcares añadidos y la nueva normativa de etiquetado nutricional que exige que los productos alimenticios nacionales e importados que se comercialicen en Colombia, cumplan con el rótulo nutricional de advertencia. Posteriormente, visualizaron una película centrada en una de las enfermedades asociadas al alto consumo de azúcares como es la diabetes tipo II. Al concluir la película, el docente realizó una explicación sobre las diversas enfermedades que pueden surgir debido al consumo excesivo de azúcares, adentrándose en el metabolismo de los carbohidratos explicado a través del Ciclo de Krebs. A continuación, se realizó la descripción y clasificación de los carbohidratos que fueron abordados a través de un mapa conceptual que fue completando al avanzar en el tema y finalmente, se designó por grupos de laboratorio la lectura de un artículo sobre cáncer de mama.

Tabla 11. Categorización de aspectos relevantes de la sesión 2.

Categoría	Observación sesión 2
<p>Conocimientos creencias de lo disciplinar del contenido</p>	<p>En lo referente al conocimiento sustantivo (Declarativo) en esta sesión tuvo una alta evidencia el docente Alberto realizó esta primera sesión enfocado a la explicación de características de los carbohidratos, clasificación, ruta metabólica y ejemplificación.</p> <p>Alberto: ¿Cuáles son los dos tipos de azúcares? Estudiantes: Reductores y no reductores Alberto: Entonces tendríamos acá los reductores y los no reductores desde el punto de vista nutricional estos azúcares son importantes porque más rápidamente entran al proceso metabólico y entran rápidamente al ciclo de Krebs, la razón es porque esos azúcares por lo general son, podríamos decir, que son monosacáridos, disacáridos y en menor proporción los trisacáridos; los de mayor proporción son los monosacáridos y los disacáridos. Entonces, al ser los azúcares químicamente pequeños, eso hace que más rápidamente entren al proceso metabólico y más rápidamente lleguen a la producción de energía a la producción de ATP, especialmente esos tienen esa particularidad, entonces, otros sacáridos, como los sacáridos superiores que tienen muchas más unidades de monosacáridos pues por obvias razones deben tener pasos anteriores a este para entrar al ciclo de Krebs. Toda la explicación del docente fue abordada por medio de un mapa conceptual que iba complementando a medida que se generaba la discusión en clase.</p> <p>Figura 14. Mapa conceptual de carbohidratos</p>  <p>En cuanto al conocimiento sintáctico (procedimental) no se identifican aspectos relacionados en esta primera sesión.</p>

Categoría	Observación sesión 2
<p>Conocimientos creencias del contexto</p>	<p>Para esta categoría de análisis hubo un alto número de unidades de análisis, debido a que el docente constantemente relacionaba en cada tema abordado, ejemplificaciones contextualizadas para introducir o tratar un tema específico, logrando así una contextualización de las temáticas y una comprensión por parte de los estudiantes.</p> <p>Alberto: Vamos a empezar por ver una película, una película relativamente corta que habla precisamente de ese efecto del consumo de especialmente azúcares por el tema de generación de algunas enfermedades entre otros problemas de azúcares entre otras problemáticas que son como la diabetes, entre otras.</p> <p>Alberto: ¿Aquí alguien tiene problemas de diabetes o es prediabético?</p> <p>Estudiante 1: No que yo sepa</p> <p>Alberto: Ve que es que hay gente que no sabe</p> <p>Estudiante 1: Mi mamá es diabética</p> <p>Alberto: Su mamá es diabética y usted se ha hecho exámenes, entonces fíjense que ahí menciona el control, ojo con el control.</p> <p>Alberto: Los que dicen que no tienen diabetes ¿por qué? ¿se han hecho el control?</p> <p>Estudiante 1: Porque no tengo mareo</p> <p>Alberto: Fíjense que una persona diabética, de pronto usted nos puede contar más al detalle, requiere unos controles periódicos, para ir mirando cómo están sus niveles de glucosa en sangre, pero uno a veces piensa que porque se siente sano no necesita controles (...) en esos exámenes rutinarios de sangre establece una prueba qué tan cercano está si es prediabético o no, entonces son claves el tema del control, el tema de hábito de vida y el tema genético.</p>
<p>Conocimientos creencias de lo psicopedagógico</p>	<p>Se evidencia que una de las estrategias de enseñanza del docente, es crear un contexto llamativo y cercano para los estudiantes con el fin de involucrar el contenido metabólico de los carbohidratos.</p> <p>Alberto: ¿Cuál es la característica principal de los carbohidratos?</p> <p>Pues es básicamente que, en un monosacárido, disacárido es básicamente un anillo de 6 o 5 así, entonces, tenemos esa característica de los carbohidratos. Para que se dé esa sensación dulce de los carbohidratos se deben tener dos características entonces que la distancia entre estos dos oxígenos sea mayor o igual a 3,7 Armstrong que haya esa distancia y lo otro es que hay una relación entre la molécula, el monosacárido y las papilas gustativas, entonces, acuérdense que los sabores se toman con nuestro cromatógrafo líquido que está en la boca que identifica sabores, entonces, debe existir una relación entre el carbohidrato, el monosacárido y esos grupos OH.</p> <p>Alberto: ¿Por qué? ¿Qué característica tienen esos grupos OH? ¿Cuál creen ustedes que es la principal característica?</p> <p>Estudiantes: Formación de puentes de hidrógeno</p> <p>Alberto: Exactamente, formación de puentes de hidrógeno, es muy importante entonces en nuestra boca tenemos las llamadas papilas gustativas ¿Qué es una papila gustativa? Entonces es una estructura biológica especialmente de esta forma entonces las papilas gustativas en su parte externa tienen receptores, estos receptores son las llamadas proteínas tipo G, esas proteínas tipo G tienen la capacidad de formar puentes de hidrógeno con el monosacárido pero no son cualquier tipo de puente de hidrógeno, cuando uno come, por ejemplo, un alimento dulce la distancia entre oxígenos de 3,7 Armstrong pero simultáneamente, los puentes de hidrógeno que forman entre este grupo OH y ese grupo OH con la papila gustativa debe ser de 1 Armstrong.</p>
<p>Conocimientos creencias de lo Metadisciplinar</p>	<p>En la sesión 1 se pudo evidenciar que el docente manifiesta un conocimiento metadisciplinar orientado a la contextualización de los alimentos mencionando las concepciones que se tenían en diferentes épocas.</p>

Categoría	Observación sesión 2
	<p>Alberto: Hace muchos años no sé si recuerdan en las primeras diapositivas que hice en este semestre, para los años 50s, se cuestionaba para qué se consumía la fibra, pero la fibra hace funciones sobre todo para el movimiento de heces porque eso ayuda a que se elimine el riesgo de cáncer de colon, pero no solo eso, la fibra se ha salido un poco de ese concepto; de todos esos carbohidratos superiores dentro de la fibra se han ido haciendo algunas diferencias, a esto antes se le denominaba fibra cruda porque incluía todos los carbohidratos superiores pero en la actualidad se ha estado dividiendo en fibra dietario, fibra no dietario, algunos casos, fibra soluble, fibra insoluble, fibra de gradiente ácido ¿eso qué es? simplemente tratar de separar esas características de esa fibra que se tenía antes ¿por qué? porque hay una fibra dietaria que no solamente ayuda con el control intestinal sino favorece otros procesos que son importantes, por eso se mete allá dentro de la fibra dietaria que si bien son carbohidratos superiores son de menor tamaño entonces digamos que esta es una clasificación más o menos de cómo lo miran la industria de alimentos, entonces desde un punto de vista muy nutricional aunque también hay una mirada desde el punto de vista funcionalidad de los carbohidratos entonces los carbohidratos no es solamente entonces cuál es la función de los carbohidratos hay varios, un importante es el edulcorante, especialmente las sensaciones a dulce qué es lo que le da ese sabor dulce que tenga monosacáridos o disacáridos pero especialmente esto.</p>

Nota. Elaboración propia

- **Observación sesión 3:** La tercera observación de la clase, se dio el 10 de octubre de 2023 de manera virtual a través de *Microsoft Teams*. Esta se centró en el tema de “Carbohidratos Reacciones”, tal como denominó en la misma plataforma la sesión programada. El docente comenzó con un repaso de los contenidos previos y continuó con una explicación sobre la industria de la caña de azúcar, mencionando no sólo su proceso de obtención sino todas las demás industrias involucradas, el impacto socioambiental y las posibles soluciones frente a la escasez de alimentos con la modificación genética. La sesión involucró la explicación de las reacciones de Maillard y procesos de caramelización, relacionando subproductos nocivos para la salud. Finalmente, se realizaron intervenciones por parte de los estudiantes que enriquecieron la discusión y como cierre se dispuso un tiempo para que se realizarán presentaciones grupales sobre el artículo científico revisado en la sesión anterior.

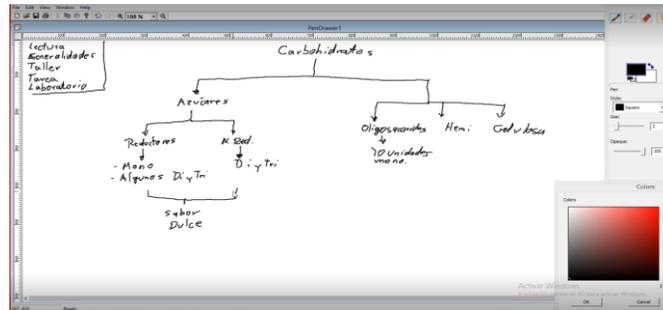
Tabla 12. Categorización de aspectos relevantes de la sesión 3.

Categoría	Observación sesión 3
<p>Conocimientos creencias de lo disciplinar del contenido</p>	<p>El docente Alberto abordó varios conceptos clave relacionados en su discurso; la importancia de los carbohidratos en la salud, clasificación de azúcares, otros carbohidratos, y el dulzor y la clasificación de azúcares.</p> <p>Alberto: El día de hoy vamos a seguir trabajando en el tema de los carbohidratos, teníamos pendiente una lectura que va involucrando también los carbohidratos con el tema del desarrollo de cáncer.</p>

Alberto: Los carbohidratos, por supuesto, se les conoce como algo con algunos problemas de la típica diabetes, que vimos en la clase anterior, pero no es solamente eso, también pueden ser partícipes de la generación de células cancerígenas.

Alberto: Además de los azúcares, hay otros carbohidratos superiores, como los oligosacáridos, que pueden llegar hasta 10 unidades de monosacáridos. También están las hemicelulosas y las celulosas, que son polisacáridos de mayor tamaño.

Figura 15. Mapa conceptual de clasificación de Carbohidratos



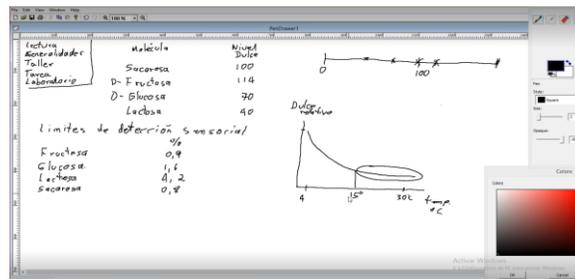
Alberto: La clasificación de azúcares se basa en la característica sensorial del dulce, que se percibe en los alimentos. Es importante entender que no todos los carbohidratos superiores son perjudiciales, ya que algunos, como los oligosacáridos, son importantes para la fibra y la flora bacteriana intestinal.

En cuanto al conocimiento procedimental (sintáctico) del discurso del profesor Alberto sobre los carbohidratos con la caña de azúcares se puede identificar métodos e instrumentos relacionados con el manejo de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), análisis sensorial y efectos del consumo excesivo de azúcares.

Alberto: Las grandes zonas agrícolas dedicadas a la producción de caña tienen que atender varias recomendaciones, como el control de plagas, abonos, tipos de suelo que se requiere, etcétera. Entonces, lo que suceda en el manejo de las Buenas Prácticas Agrícolas que se hagan en el campo va a definir bastante la ruta de producción que se tenga con la caña de azúcar.

Alberto: Determinar por ejemplo en términos de porcentaje de una molécula que genere esos niveles de dulce, cuánto es el porcentaje mínimo que podemos identificar una fructosa del 114, pero en concentración ¿Cuánto es que lo mínimo que una persona sana puede detectar?

Figura 16. Escala de dulzor de diferentes azúcares



Alberto: Estos niveles de detección como cualquier equipo instrumental se pueden ver afectados y por ejemplo por el consumo excesivo de algunas de estas moléculas vamos perdiendo el nivel sensorial, el caso típico es la sacarosa.

<p>Conocimientos creencias del contexto escolar</p>	<p>En la segunda sesión de clase el docente Alberto resalta la importancia del manejo adecuado de los alimentos y destaca la relación entre los conocimientos y creencias del contexto con la toma de decisiones relacionadas con la comida.</p> <p>Alberto: El consumo de alimentos, dependiendo del tratamiento que se le haga, el proceso de transformación que se le haga, uno puede estar dañando el alimento a tal punto que llegue a ser incluso perjudicial para la salud. Esto, con ejemplos como la caramelización y la reacción de Maillard mal manejados, puede generar dificultades en la salud.</p> <p>Con esto relaciona momentos que se presentan en la cotidianidad pretendiendo generar conciencia de consumo.</p> <p>Alberto: Muchas veces, cuando se quema un pedacito de carne en el asado, uno tiende a lamentarlo, pero surge la pregunta: ¿Qué es mejor, comerlo o no comerlo? Entonces, es importante entender hasta dónde podemos asumir ese riesgo.</p> <p>Alberto: El manejo de alimentos debe ser clave, especialmente cuando estamos en una situación en la que debemos considerar la responsabilidad que tenemos con el planeta. Dejar que los alimentos se dañen, ya sea por un exceso de procesamiento o por no procesarlos adecuadamente, requiere un equilibrio del cual uno debe ser consciente.</p>
<p>Conocimientos creencias de lo psicopedagógico</p>	<p>Como estrategia el docente utiliza ejemplos de la cotidianidad para que los estudiantes puedan sentirse más identificados con las temáticas desarrolladas y tomar decisiones relacionadas con la alimentación,</p> <p>Alberto: Depende cómo se haga la transformación de alimento puede que se haga esa disminución de proteína puede disminuir, por ejemplo, también la disponibilidad de antioxidantes naturales que trae un alimento.</p> <p>Ejemplifica</p> <p>Alberto: El aroma de cerveza tan rico los viernes, ese es un producto de la reacción de Maillard, el aroma del café cuando se hace tostón del café para el cacao para el chocolate eso son productos de la reacción de Maillard todo eso es su reacción de Maillard.</p> <p>Alberto: las vitaminas actúan como antioxidantes y lo que hacen es tratar de evitar que se den esas reacciones entonces otra vez por el efecto del tipo de transformación que le hagamos al alimento podemos estar perdiendo micronutrientes como vitaminas.</p> <p>El docente demuestra un enfoque pedagógico al involucrar estrategias con ejemplos prácticos y relevantes para que los estudiantes puedan entender los procesos alimenticios en relación con su composición nutricional.</p>
<p>Conocimientos creencias de lo Metadisciplinar</p>	<p>El docente proporciona una visión o discurso social al examinar el proceso de producción y de la concepción de los alimentos y su evolución a lo largo del tiempo. Así mismo, relaciona las formas de vida de las comunidades científicas con relación al estudio del genoma de la caña de azúcar, se destaca la necesidad de abordar la deuda con el planeta en relación con los recursos alimenticios y se menciona los avances en el campo científico.</p> <p>Alberto: A veces, digamos que vemos como por el tema de los problemas de diabetes y por lo que se ve actualmente hay un movimiento fuerte por el no consumo</p>

	<p>de azúcares añadidos.</p> <p>Al mencionar el proceso industrial de la caña de azúcar, involucra diversas temáticas que se pueden interrelacionar con otras áreas del conocimiento, mostrando avances científicos actuales.</p> <p>Alberto: (...) Eso también ha llevado a que se hayan desarrollado muchos estudios alrededor del genoma de la caña de azúcar, recuerden que estamos en un siglo donde el estudio a profundidad del genoma de las especies es importante.</p> <p>Alberto: Entonces, es lo que va a hacer es aumentar la productividad por hectárea cultivada, se obtiene un alto rendimiento, se manipula y se obtiene el fenotipo correspondiente y así mejorar esa producción.</p> <p>Alberto: Y eso ha llevado al desarrollo de una biotecnología moderna.</p> <p>Alberto: Hemos llegado a utilizar la genómica funcional para tener diagnósticos moleculares y el desarrollo de una ingeniería genética.</p>
--	---

Nota. Elaboración propia

4.4. Categorías del CDC del docente

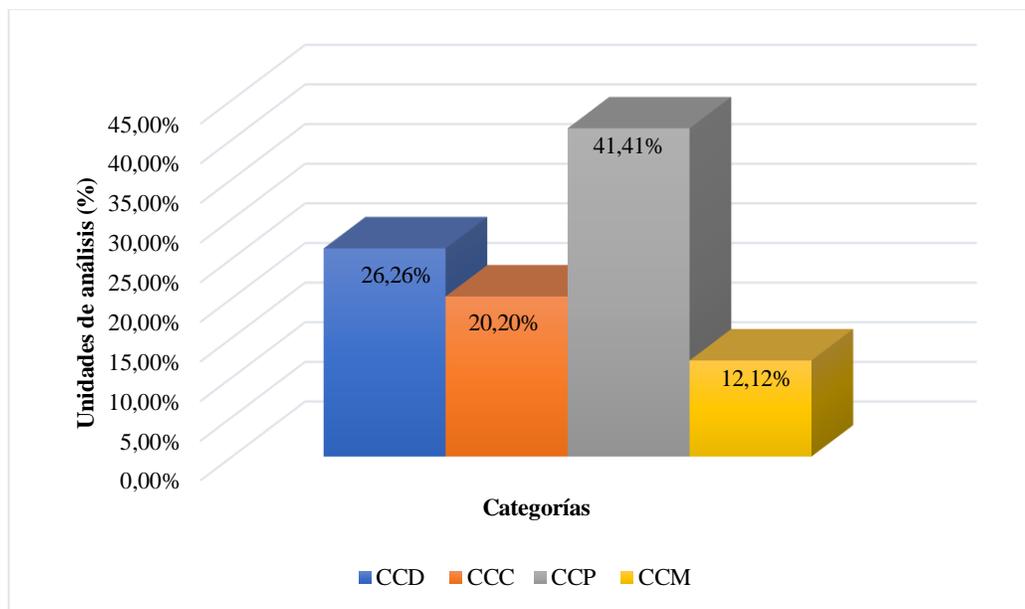
Como se evidencia en la Figura 17, en el caso del docente Alberto, se destaca una predominancia en la categoría del *Conocimiento de Creencias Psicopedagógicas (CCP)*, que constituye un 41,41% del total. Además, se observa una relación equilibrada entre el conocimiento CCD y CCC. Estos hallazgos sugieren que el docente se enfoca en realizar una integración y reformulación del contenido para hacerlo enseñable y comprensible a sus estudiantes, desde el abordaje de problemas que son significativos e interesantes para los estudiantes, donde se puede evidenciar que la ciencia se encuentra al servicio de lo social. Asimismo, el docente se enfoca, antes que, en el reconocimiento de concepciones alternativas de sus estudiantes, en conversar, desde un diálogo con lenguaje cotidiano, para que estos compartan sus experiencias con la alimentación, enfermedades y diversas interacciones con componentes de interés de la clase.

En cuanto al *Conocimiento de Creencias Disciplinarias (CCD)*, el docente muestra un conocimiento sustancial en relación con la temática y el área que enseña, representando un 26,26% del total de las categorías analizadas. Este conocimiento abarca conceptos relacionados con la disciplina. Su dominio de este componente es esencial para enseñar los contenidos relativos a la temática *carbohidratos*. Este conocimiento se refleja no solo en su competencia teórica, sino también en su capacidad para aplicar estos conceptos en situaciones prácticas, lo que resulta en un enriquecimiento del curso al brindar a los estudiantes una perspectiva más completa y aplicada.

En lo que concierne a la categoría de *Conocimiento de Creencias Contextuales (CCC)*, que abarca el 20,20% del total y se analiza a través de un conjunto de 41 categorías en los cuatro instrumentos utilizados, proporciona las herramientas necesarias para comprender cómo el docente integra el contexto de la temática con la vida cotidiana de los estudiantes, desde una perspectiva de la bioquímica y la nutrición. Estas conexiones abarcan aspectos personales, profesionales y sociales. La experiencia del docente en la industria ha sido fundamental para desarrollar vínculos significativos entre los conceptos teóricos y sus aplicaciones en el mundo real.

Por último, el *Conocimiento de Creencias Metadisciplinarias (CCM)*, es el componente menos enfatizado por el docente en los instrumentos analizados (I1, I2, I3, I4), representando el 12,12% del total de unidades de registro. A pesar de su menor presencia, sigue siendo esencial para comprender la naturaleza de la disciplina y su evolución histórica. El conocimiento en estas áreas proporciona una base fundamental para contextualizar y profundizar en los temas disciplinarios, permitiendo a los estudiantes comprender no sólo qué deben saber, sino también cómo se construyó ese conocimiento y su relevancia en el contexto actual. El compromiso del docente en incluir este componente lo distingue de otros estudios que, en ocasiones, omiten esta perspectiva valiosa (Parga, 2015), sin embargo, es un énfasis metadisciplinar hacia lo social (externalista) antes que lo histórico epistemológico internalista.

Figura 17. Categorías del CDC del docente Alberto bajo el Modelo de Mora y Parga (2014).



Nota. Elaboración propia

Síntesis Fase 2.

El aprendizaje sobre los carbohidratos es una temática ampliamente abordada por diferentes áreas de estudio, desde el ámbito universitario, carreras universitarias como química, biología, y profesiones afines a la salud, requieren entender los procesos involucrados en sus respectivas zonas de estudio. Por lo tanto, se hace necesario entender y reconocer las dificultades en la enseñanza asociadas a esta temática para mejorar el desarrollo académico. El docente Alberto menciona como dificultad: “(En) este curso están en noveno semestre más o menos, entonces uno asumiría que ya tienen algunos conocimientos básicos de la química orgánica, de lo que son estructuras, y de pronto de las reacciones que se dan en los en los carbohidratos. Sin embargo, la experiencia muestra que no necesariamente es cierto”, en muchos casos el tema no fue abordado en el *syllabus* o se abordó de forma simple sin aplicar alguna contextualización y esto hizo que la enseñanza y aprendizaje fuera memorística y mecánica, imposibilitando una transición de los conocimientos teóricos a los prácticos, y en este caso particular, los estudiantes no recuerdan conceptos básicos de la Química Orgánica enfocada a los carbohidratos, lo cual les dificulta generar una mayor comprensión de cómo se aplica este conocimiento teórico a un contexto específico. Autores como Costa (2007), en este sentido mencionan que una de las dificultades asociadas a la comprensión de un contenido se debe a que se requieren conocimientos de base en química para mejorar la comprensión de las temáticas.

Ante esto, es esencial desarrollar estrategias didácticas que involucren a los estudiantes con el contenido, la vinculación de la teoría con la práctica puede construir una comprensión más sólida y permitir a los estudiantes superar las dificultades para entender la temática.

Alberto es un docente con una amplia experiencia, de más de 17 años en la educación universitaria, que le ha permitido consolidar mejor su praxis, intentando involucrar diversos componentes en las clases. Para la enseñanza de los carbohidratos, no solo muestra la explicación teórica desde el punto de vista químico, sino intenta interaccionar la temática junto con el metabolismo, las enfermedades y la relación con la industria de alimentos, vinculando diversos instrumentos para el desarrollo de sus clases como lo son prácticas experimentales (laboratorios), talleres, debates, lectura de artículos científicos y uso de las TICs.

Para la caracterización del CDC bajo el modelo de Mora y Parga (2008; 2014), se pudo determinar que en la categoría en donde más se impone es la de *Conocimientos creencias de lo*

Disciplinar (CCD), en contraste con la categoría *Conocimiento creencia de lo metadisciplinar (histórico-epistemológico) (CCM)* que es la que menos relaciona su contenido.

En la categoría *Conocimientos creencias de lo Disciplinar (CCD)*, el docente Alberto demuestra su comprensión de la teoría y la práctica para enseñar carbohidratos y su metabolismo, tanto desde el conocimiento sustantivo como sintáctico, esto se evidencia además en el uso de artículos científicos y guía para el desarrollo de prácticas de laboratorio para sus estudiantes.

En la categoría *Conocimientos creencias de lo Metadisciplinar (histórico, epistemológico) (CCM)* se destaca la pedagogía sólida y enriquecedora del docente Alberto en la enseñanza de la química de los carbohidratos. Su enfoque pedagógico va más allá de simplemente transmitir conceptos de química y se centra en fomentar la comprensión contextualizada y multidisciplinaria de los temas. Alberto incorporó elementos históricos más del contexto social, en su enseñanza, permitiendo a los estudiantes comprender la relevancia de los carbohidratos desde diferentes perspectivas y relacionándolos con la vida cotidiana. Utiliza películas, lecturas y discusiones en clase para estimular el debate y la reflexión, fomentando la reflexión crítica y el pensamiento analítico. Además, se preocupa por evaluar constantemente el proceso de aprendizaje de los estudiantes, lo que refleja su compromiso con la mejora del aprendizaje.

La enseñanza de los carbohidratos se muestra favorecida en una enseñanza que abarque diferentes componentes, entendiendo, las dificultades y necesidades de los estudiantes, involucrando un aprendizaje en contexto y que involucre diversos saberes, por ello, Alberto, con su amplia experiencia ha logrado involucrar diversas estrategias didácticas que proporcionan un CDC enriquecido.

4.3. Fase 3. Correlación de las fases 1 y 2

El tercer objetivo específico del presente estudio buscó contrastar los modelos del CDC caracterizados en la literatura internacional con el modelo CDC del docente participante. Este análisis fue realizado a partir de dos modelos internacionales: (1) El modelo de Magnusson, Krajcik y Borko (1999) por ser el modelo con mayor número de citación en los trabajos e investigaciones Latinoamericanas sobre el CDC, como se puede evidenciar en la fase 2 - Figura 7, y (2) El Modelo del Consenso Refinado (MCR) por ser el último modelo propuesto en la cumbre del CDC/PCK en 2016 y que contribuyó con la consolidación de características y actualizaciones de los conocimientos y habilidades profesionales de un docente en ciencias. A continuación, como

se puede evidenciar en la Tabla 13 se mencionan los componentes de cada uno de los modelos de análisis.

Tabla 13. Componentes de los modelos de análisis.

Modelo Complejo del CDC (Mora y Parga, 2008)	Modelo Magnusson et al. (1999)	Modelo de Consenso Refinado (MCR) (2016)
Conocimientos creencias de lo disciplinar (CCD)	Orientaciones para la enseñanza de las Ciencias	Prominencia curricular
Conocimiento creencias de lo contextual (CCC)	Conocimientos del currículo en Ciencias	Estrategias de enseñanza conceptual
Conocimientos creencias de lo psicopedagógico (CCP)	Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes en Ciencias	Comprensión de las ciencias por parte de los alumnos
Conocimientos creencia de lo metadisciplinar (Histórico-epistemológico) (CCM)	Conocimiento sobre las estrategias instruccionales	Integración entre los componentes de PCK
	Conocimiento sobre la evaluación en ciencias	Razonamiento pedagógico

Nota. Elaboración propia

En el caso del modelo de Modelo Magnusson et al. (1999) se evidencia el uso 5 dominios: dentro del primer dominio se encuentran tres subcategorías, para un total de 8 criterios de análisis, en el Modelo complejo del CDC (Mora y Parga, 2008) se evidencia 4 dominios o categorías que a su vez cada uno de ellos presenta diversas subcategorías, para completar un total de 18 criterios de análisis y finalmente el Modelo de Consenso Refinado (MCR) contiene 5 dominios de análisis del CDC. Dentro de estas categorías se pueden evidenciar aspectos en común y aspectos diferenciadores, como se evidencia en la Tabla 14.

Las categorías de análisis presentadas en la Tabla 14 fueron consideradas en un primer momento por los componentes del CDC de varios modelos reportados por Andoni Garritz (2014, p 27).

Tabla 14. Categorías de análisis de los modelos

	Conocimientos de disciplinares	Conocimiento del contexto	Conocimiento de currículo	Conocimiento de la evaluación	Conocimiento del aprendizaje de los estudiantes	Conocimiento pedagógico	Conocimiento didáctico	Conocimiento Histórico-Epistemológico
Modelo Complejo del CDC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

	Conocimientos de disciplinas	Conocimiento del contexto	Conocimiento de currículo	Conocimiento de la evaluación	Conocimiento del aprendizaje de los estudiantes	Conocimiento pedagógico	Conocimiento didáctico	Conocimiento Histórico-Epistemológico
(Mora y Parga, 2008)								
Modelo Magnusson et al. (1999)			✓	✓	✓		✓	
Modelo de Consenso Refinado (MCR)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Nota. Elaboración propia

De la Tabla 14 se puede obtener que los tres modelos presentan los siguientes dominios en común: Conocimiento del currículo, conocimiento sobre la evaluación, conocimiento sobre el aprendizaje de los estudiantes y el conocimiento didáctico. El Modelo Complejo de Mora y Parga (2008) y el Modelo de Consenso Refinado (MCR), además de los dominios ya mencionados anteriormente, presentan en común el Conocimiento Disciplinar, el Conocimiento del Contexto y el Conocimiento Pedagógico.

4.3.1. Análisis del CDC del docente Alberto desde los modelos Internacionales

El presente análisis se realizó teniendo en cuenta la triangulación de instrumentos realizada para la fase 2 y los categorías o dominios en común entre cada uno de los modelos.

- **Modelo del CDC docente Alberto según Magnusson et al. (1999)**

Andoni Garritz (2014) demuestra que el modelo de Magnusson et al. ha recibido un fuerte apoyo por parte de la comunidad educativa y es uno de los modelos más usados y extendidos del CDC, por ejemplo, con el uso del instrumento ReCo, se evidencia que el cuestionario recoge cuatro componentes de los cinco en el planteamiento de sus preguntas, del mismo modo, autores como Abell (2007) menciona que “Admitiendo la naturaleza problemática del modelo de Magnusson et al., yo mantengo que es una heurística útil para organizar la investigación sobre el conocimiento de los profesores de ciencia”. En concordancia con lo mencionado, se puede evidenciar que el modelo de Magnusson et al. permitió reconocer una naturaleza más compleja del CDC en los

docentes porque las orientaciones de enseñanza de las ciencias se encontraban moldeadas por los conocimientos y creencias de los profesores.

Tabla 15. Unidades de Registro (UR) de triangulación de instrumentos para modelo Magnusson et al.

Modelo Magnusson et al. (1999)	UR
Categoría: Orientaciones para la enseñanza de las Ciencias	26 (44,82%)
Subcategoría Concepciones sobre enseñanza y aprendizaje de la ciencia	6
Subcategoría: Concepciones sobre naturaleza de la ciencia	12
Subcategoría: Concepciones acerca de las metas o funciones de la educación en ciencia	8
Categoría: Conocimientos del currículo en Ciencias	5 (8,62%)
Categoría: Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes en Ciencia	11 (18,97%)
Categoría: Conocimiento sobre las estrategias instruccionales	11 (18,97%)
Categoría: Conocimiento sobre la evaluación en ciencias	5 (8,62%)
TOTAL, UR	58 (100%)

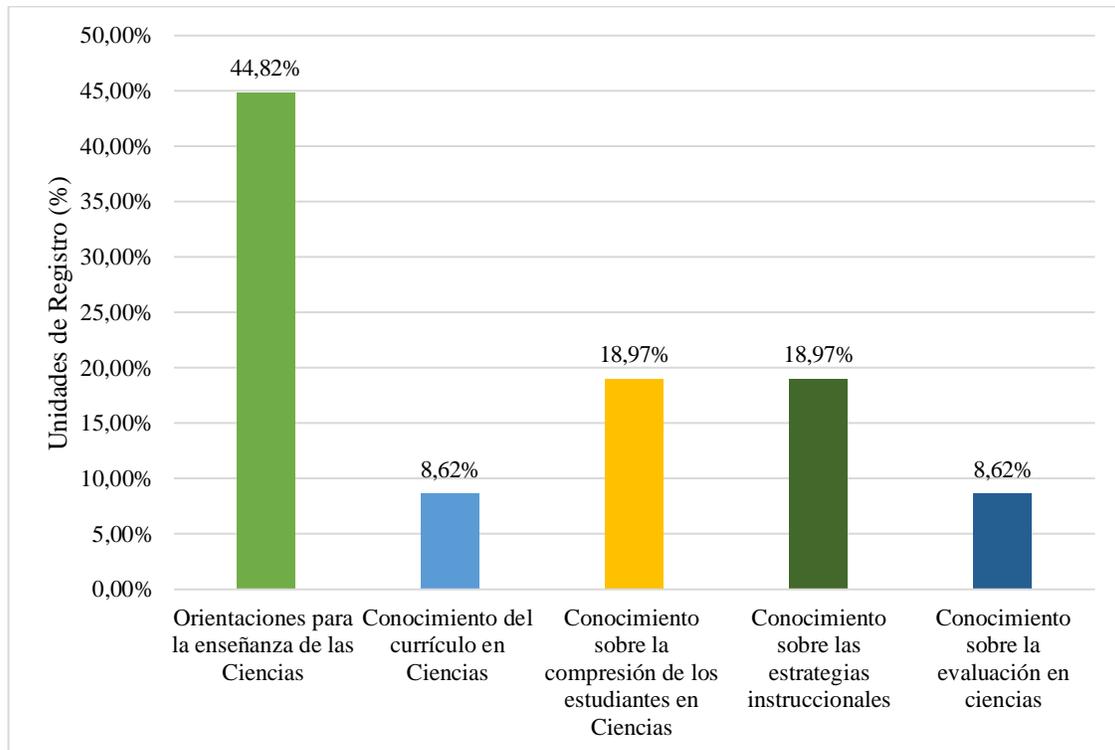
Nota. Elaboración propia

Categoría Orientaciones para la enseñanza de las Ciencias: Para este primer componente los autores mencionaron 9 orientaciones para el proceso de enseñanza: Proceso, Rigor académico, didáctica, Carga conceptual, actividades, descubrimiento, ciencia basada en proyectos, indagación e indagación guiada; sin embargo, autores como Friedrichsen et al. (2011) mencionan que este componente no presenta suficiente evidencia empírica para sustentar estas subcategorías y que esto podría generar ambigüedad, por lo cual decidieron asignar tres subcomponentes: Concepciones sobre enseñanza y aprendizaje de la ciencia, concepciones sobre naturaleza de la ciencia y concepciones acerca de las metas o funciones de la educación en ciencia. Para el caso del docente Alberto se registraron 26 unidades de registro que corresponden al 44,82% del total de unidades.

Alberto: La vida actual está llevada por la inmediatez y por aspectos más banales, como lograr dinero rápidamente, como puedo aprovechar la información más rápidamente y en esos afanes, descuidamos nuestra responsabilidad con el organismo, desde ese punto de vista es importante, analizar la población actual, los

problemas por niveles elevados de azúcares y entender que eso es un problema social y para los servicios médicos, porque las EPS y los seguros los pagamos entre todos, aparte de que son costosos para el individuo, su entorno familiar y el servicio médico. en cambio, si somos conscientes de que estamos haciendo podemos reducir un poco esos impactos (I1).

Figura 18. Modelo del CDC de Alberto bajo el modelo de Magnusson et al. (1999)



Nota. elaboración propia

El análisis del CDC del docente Alberto a través del modelo de Magnusson et al. Demuestra que se reconocieron 58 unidades de registro para un total de cinco categorías. Este modelo representó una categoría baja en comparación con el Modelo complejo de Mora y Parga (2008; 2014) debido a que el modelo de Magnusson et al. no tiene en cuenta el conocimiento disciplinar, y si bien presenta un dominio del conocimiento y creencias sobre los propósitos y metas para la enseñanza de las ciencias que se enfoca en mostrar cuáles son los enfoques que utiliza el docente para enseñar un tópico específico y las orientaciones que usa como la indagación, el rigor académico, el cambio conceptual, el descubrimiento, entre otros, no demuestra necesariamente un rigor en el conocimiento disciplinar y procedimental.

- **Modelo del CDC docente Alberto según Consenso Refinado (MCR)**

Este modelo fue desarrollado con el fin de proporcionar a los investigadores un medio para situar los estudios de aprendizaje de los estudiantes en ciencias en relación con el CDC del docente, centrándose en los profesores y el aula. El modelo se encuentra representado en un círculo configurado con capas complejas de conocimiento y experiencias que dan forma a la práctica científica a docentes a lo largo de la trayectoria profesional (Parga & Mora, 2021).

Una de las características clave de este modelo es la distribución de tres dominios: PCK colectivo (cPCK), el PCK personal (pPCK) y el PCK promulgado (ePCK), llevados a cabo en un contexto específico, sin embargo, para evaluar y analizar estos dominios, es necesario realizarlo a través de cinco componentes, expuestos en la Tabla 6, en cada uno de los docentes se produce un intercambio bidireccional entre los distintos conocimientos y de este modo se amplifica y moldea cada uno de los dominios a lo largo del tiempo.

Tabla 16. Unidades de registro (UR) de triangulación de instrumentos para el modelo Consenso Refinado (2016)

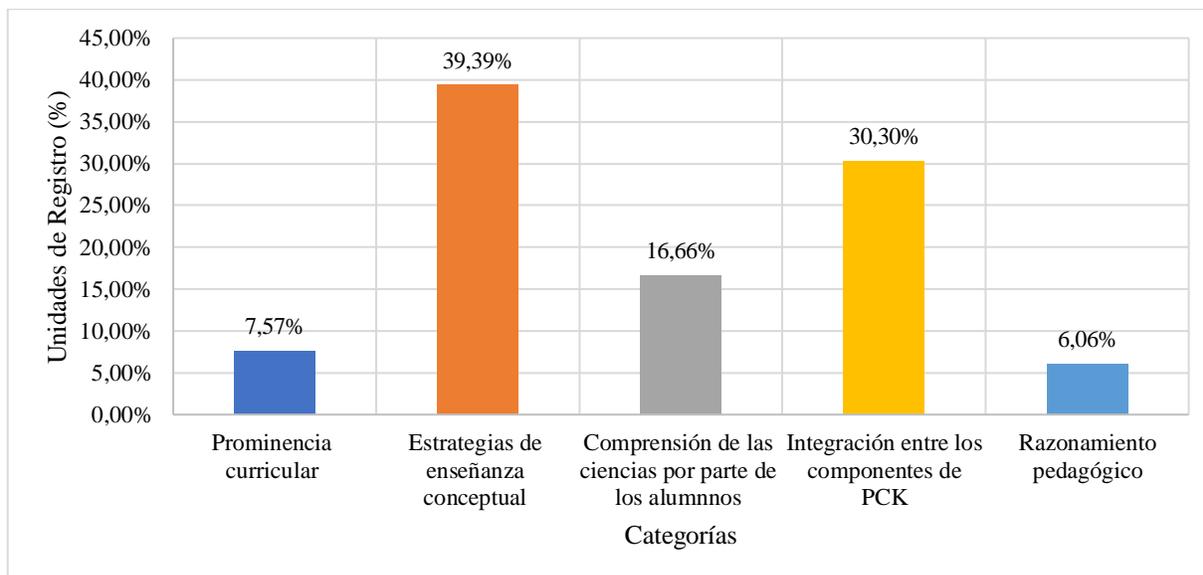
Modelo de Consenso Refinado (MCR)	UR
Prominencia curricular	5 (7,57%)
Estrategias de enseñanza conceptual	26 (39,39%)
Comprensión de las ciencias por parte de los alumnos	11 (16,66%)
Integración entre los componentes de PCK	20 (30,30)
Razonamiento pedagógico	4 (6,06%)
TOTAL, UR	66 (100%)

Nota. Elaboración propia

Si bien el modelo no se creó con el fin de generar un modelo perfecto o incluso un verdadero modelo de consenso, se espera que, el pensamiento sobre el CDC se complejice y se tengan en cuenta muchos más dominios que sean útiles para los docentes, sin importar el país o el entorno político (Carlson y Daehler, 2019). También es importante señalar que, como lo mencionan Parga y Mora (2021) el modelo no especifica los mecanismos y vías mediante los cuales los docentes fortalecen su CDC para enseñar ciencias, cambian su enseñanza o conectan varias bases de conocimiento y tampoco afirma una relación específica entre las acciones de los profesores y el aprendizaje de los estudiantes.

Autores como Carlson y Daehler (2019) reconocen que se podría conectar con otros modelos como el de Magnusson et al. (1999) para definir y articular otros aspectos del CDC que no se encuentran explícitamente en este Modelo de Consenso, con el fin de definir mejor lo que los profesores hacen y piensan durante el desarrollo y uso de su CDC. No obstante, Parga y Mora (2021) cuestionan la generación de estándares de evaluación universal del desempeño profesional docente centrado en los resultados, mostrando que a pesar de la aparición de modelos que intentan consensuar, la línea de trabajo del CDC sigue siendo muy amplia y polémica, por lo cual es importante, más que un modelo, es importante definir cuáles son las bases conceptuales propias de una comunidad.

Figura 19. Modelo del CDC de Alberto bajo el modelo de Consenso Refinado (2016)



Nota. Elaboración propia

El análisis del CDC del docente Alberto a través del modelo de Consenso Refinado (2016) demuestra que se reconocieron 66 unidades de registro para un total de cinco categorías. Este modelo representó una categoría baja en comparación con el Modelo Complejo de Mora y Parga (2008), pero mayor en comparación con el modelo de Magnusson et al. Este resultado se debe a que el Modelo de Consenso no tiene en cuenta componentes metadisciplinarios o de la Naturaleza de las Ciencias que involucren aspectos Histórico-epistemológicos.

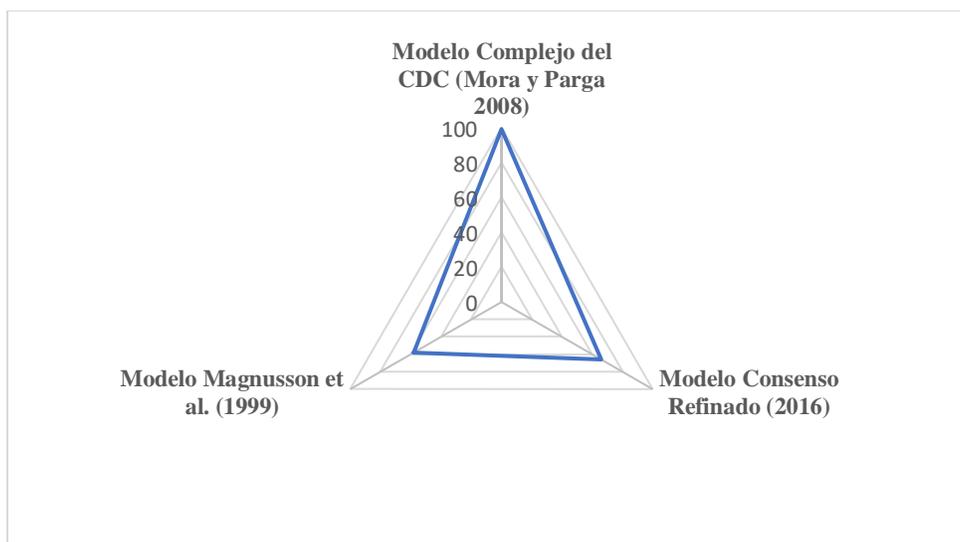
- **Comparativo entre modelos**

Al realizar la caracterización del CDC del docente Alberto con cada uno de los tres modelos de análisis se obtuvo que para el Modelo Complejo del CDC de Mora y Parga (2008) se obtuvieron

99 unidades de registro, para el modelo de Magnusson et al. (1999) se registró un total de 58 unidades de registro y finalmente para el modelo de Consenso Refinado (MCR) se obtuvieron 66 unidades, como se evidencia en la Figura 20.

Según los resultados, el modelo que mejor permite capturar el CDC del docente tanto en la planeación como en la práctica es el Modelo Complejo del CDC de Mora y Parga (2008), seguido se encuentra el Modelo de Consenso Refinado (2016) y por el último el Modelo de Magnusson et al. (1999). Este resultado permite constatar y confirmar lo planteado por Carlson y Daehler (2019) al afirmar que, si bien el Modelo de Consenso Refinado intenta abarcar la mayoría de los conocimientos y dominios en un docente, puede ser perfectamente complementado con otros Modelos que enriquezcan el manejo de otras áreas, en ese sentido, en este trabajo de investigación se propone realizar caracterizaciones a partir del Modelo Complejo, modelo latinoamericano que contiene todos los componentes del Modelo del Consenso Refinado y que plantea adicionalmente evaluar aspectos metadisciplinarios enfocados a la Historia y epistemología.

Figura 20. Distribución de unidades de registro del CDC por Modelo.



Nota. Unidades de registro obtenidas por el docente Alberto. Elaboración propia

Adicionalmente este modelo también propone el análisis de componentes como el manejo de las TICs en docentes, lo cual se ha demostrado actualmente que es de gran importancia en el aspecto educativo, como menciona Heras et al. (2015):

En la actualidad las tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el contexto educativo son objeto de revisión debido a la importancia que señala que un profesor tenga las competencias necesarias para hacer frente a este cambio

tecnológico, es decir, esté capacitado para su uso, manejo y posterior implementación didáctica en el aula, esto supone ser competente, ser un docente del siglo XXI (p. 3).

El Modelo Complejo del CDC destaca la necesidad de integrar varios dominios del conocimiento en la enseñanza, investigación y preparación del docente (Parga et al., 2007). Asume una perspectiva compleja, crítica y constructiva de la formación del profesorado en ciencias, donde el desarrollo profesional es evolutivo y organizado según una creciente vinculación de problemas relevantes para el estudiante en el contexto del diseño curricular. En este Modelo, en comparación con los demás, el CDC no es un conocimiento más del docente, sino que es producto de una integración o combinación de conocimientos disciplinares, contextuales, histórico-epistemológicos y psicopedagógicos, que permiten vincular el saber escolar a conocimientos cotidianos y científicos, con el fin de complejizar el pensamiento de los estudiantes y docentes hacia un marco más deseable, donde la teoría y la práctica se encuentran en concordancia con los problemas de la práctica profesional y conforme a ello, se presenta un hipótesis de progresión que tiene niveles cada vez más complejos. Estas hipótesis no fueron evidentes en el profesor Alberto.

Síntesis de la Fase 3.

En los tres Modelos se puede evidenciar que para los Conocimientos creencias Psicopedagógicas, las orientaciones para la enseñanza de las ciencias y las estrategias de enseñanza conceptual, fueron las categorías de mayor predominancia del docente Alberto en los diferentes modelos. Esta relación permite evidenciar que para el docente Alberto es primordial la integración y reformulación que realiza en el contenido para hacerlo enseñable y entendible, teniendo en cuenta la formación de los Licenciados en Química y su compromiso con la educación en ciencias y alfabetización científica.

Es evidente que el CDC, es un constructo complejo que ha recibido a lo largo de su trayectoria muchas modelizaciones que complementan y tienen en cuenta diversos dominios para mejorar las características y habilidades de un docente en ciencias para una enseñanza deseable, por ello aprender a reconocerlo y documentarlo permitirá llegar a conclusiones sobre una “buena enseñanza de las ciencias” y en concordancia con lo anterior, en este trabajo investigativo se propone realizar caracterizaciones del CDC, con Modelos que permitan reunir toda la esencia y complejidad que el ejercicio docente demanda, como el Modelo Complejo del CDC, reconociendo que no solo basta con “saber bien la disciplina” para enseñar profesionalmente un contenido y que

la integración en mayor o menor medida de los componentes determinará el CDC resultante que influirá e impactará en la enseñanza.

Esta investigación permitió realizar un ejercicio reflexivo sobre el quehacer docente y evaluar con qué modelo se recogen e integran la máxima cantidad de dominios y características, que realmente permiten visualizar una buena caracterización de toda la labor docente dentro y fuera del aula. Los resultados aquí expuestos son un puente entre la enseñanza del docente y los programas de enseñanza (*syllabus*) de la institución, para relacionar lo que se desea enseñar con las preconcepciones, habilidades y dificultades que trae el estudiante.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo de investigación asociado al proyecto de investigación CIUP: DQU-613-23 titulado: “*Conocimiento Didáctico del Contenido: balance de investigaciones Latinoamericanas del 2012 al 2022*” realizado por el grupo de investigación *Alternancias* de la Universidad Pedagógica Nacional, para la fase 1 permitió conocer las tendencias de publicaciones sobre el CDC Latinoamericanas; reconocer modelos, instrumentos de recolección, metodologías investigativas y los autores que más publican en este campo.

Los hallazgos en la documentación analizada permitieron identificar que Colombia es líder en la región en la producción documental en investigaciones sobre el CDC, seguido de países como Brasil, México, Argentina y Chile. Se logra identificar una preferencia en investigaciones de tipo cualitativo e interpretativo, especialmente con el uso de estudios de caso. Los instrumentos más utilizados para el análisis del CDC en docentes incluyen ReCo, entrevistas y observaciones.

Además, se evidencia un enfoque principal en profesores de educación superior, junto con el estudio en profesores de secundaria y profesores en formación inicial. En relación con la implementación de modelos del CDC, se pudo identificar que se usan nueve modelos, donde prevalecen el modelo de Magnusson et. al, el Modelo Complejo de Mora y Parga, y, el Modelo del Consenso, por último, el análisis en la enseñanza de los carbohidratos a partir de la búsqueda, permitió identificar la baja producción investigativa relacionada con esta temática y que, ante los pocos documentos encontrados, se pudo determinar que hay una motivación por la investigar sobre enfoques innovadores como lo son la química en contexto y la gamificación.

Este balance general, permite brindar un enfoque a las futuras investigaciones, para seguir construyendo y mejorando los diversos dominios y esquemas de acción del CDC que dirija a los docentes hacia un conocimiento profesional deseable en permanente construcción.

Adicionalmente, este trabajo permitió enriquecer la línea de investigación “Didáctica de los Contenidos Curriculares en Química” de la Universidad Pedagógica Nacional, al proporcionar un balance de trabajos del CDC hasta el año 2022, y un estudio del CDC en carbohidratos, área poco investigada en la literatura, pero que es enriquecedora e importante abordar desde el área de la educación en química y su relación e interacción con el contexto social y científico. También es importante señalar, que este trabajo fue sustentado en el Décimo Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, realizado en octubre del 2023, y que su divulgación enriqueció la investigación sobre CDC en Colombia y también generó evaluaciones de doctores y educadores expertos en el área.

En cuanto a la caracterización del CDC carbohidratos del profesor Alberto, para la fase 2, se tuvo información que puede favorecer la enseñanza de este contenido al propio docente. Alberto, tiene una amplia experiencia en el ejercicio profesional en la enseñanza universitaria, ha desarrollado un enfoque que va más allá de la transmisión de conceptos asociados a la química. Este, fomenta la comprensión contextualizada y multidisciplinaria de la temática, permitiendo involucrar componentes sociales e industriales, promovió el debate y la reflexión mediante estrategias implementadas en clase, como el desarrollo de prácticas de laboratorio enfocadas en procedimientos propios de la industria y el análisis de documentación actualizada relacionada con el currículo de la clase. Esta forma de involucrar los contenidos enriquece su propio CDC y proporciona un ejemplo para sus estudiantes, profesores en formación inicial.

El análisis de los resultados del estudio permitió, en primer lugar, identificar que bajo el Modelo Complejo del CDC de Mora y Parga (2014) hay una caracterización de todos los dominios que el docente emplea en su ejercicio profesional, algo que se puede analizar bajo las siguientes categorías:

- Conocimientos creencias de lo Disciplinar (CCD): Alberto tiene una comprensión clara de los objetivos de aprendizaje de la unidad de carbohidratos, y sabe cómo adaptar su enseñanza para satisfacer las necesidades de los estudiantes. Cuenta con un profundo conocimiento de la química de los carbohidratos, tanto a nivel teórico como práctico lo

cual le permite explicar los conceptos de manera clara y concisa, y diseñar actividades de aprendizaje que sean relevantes para los estudiantes.

- Conocimiento creencias de lo contextual (CCC): El docente utiliza actividades que relacionan los carbohidratos con la vida cotidiana de los estudiantes. Esto ayuda a los estudiantes a comprender la relevancia de los carbohidratos en el mundo cotidiano. Así también, relaciona los carbohidratos con otras áreas de la ciencia, como la biología, medicina y nutrición.

Alberto, además considera las necesidades e intereses de los estudiantes, por ejemplo, el docente puede asignar diferentes partes de un artículo científico a diferentes grupos de estudiantes, según sus intereses. Esto permite a los estudiantes aprender sobre los carbohidratos de una manera que sea significativa para ellos. Además, el docente Alberto permite a los estudiantes elegir qué alimentos desean analizar en el laboratorio. Esto permite a los estudiantes explorar sus intereses en los carbohidratos de una manera práctica.

- Conocimiento creencias de lo psicopedagógico (CCP): Alberto tiene un fuerte componente psicopedagógico que se evidencia en su práctica docente participativa y centrada en la enseñanza al estudiante conforme a las necesidades del curso. Este conocimiento se refleja en el uso de estrategias de enseñanza como proyectos, debates y laboratorios, mediante los cuales, los estudiantes pueden ampliar los intereses de los estudiantes en el estudio de los carbohidratos, algo que se ve con la participación de ellos en la generación de preguntas abiertas permitiendo generar un ambiente de debate en el desarrollo de reflexiones por parte de los estudiantes.
- Conocimientos creencias de lo Metadisciplinar (CCM): Alberto tiene una perspectiva holística de la enseñanza de la química. Entiende que la química es una ciencia contextualizada, y que los carbohidratos están relacionados con una variedad de temas de la vida cotidiana. Esto le permite crear actividades de aprendizaje que son significativas para los estudiantes y que los ayudan a desarrollar una comprensión profunda de los carbohidratos.

Para la fase 3 se concluye que el modelo CDC complejo de Mora y Parga es el modelo que más características y dominios emplea para realizar una caracterización más completa y profunda de los conocimientos docentes que se puede evidenciar en las siguientes categorías:

- Conocimientos creencias de lo Disciplinar (CCD)
- Conocimiento creencias de lo contextual (CCC)
- Conocimiento creencias de lo psicopedagógico (CCP)
- Conocimientos creencias de lo Metadisciplinar (CCM)

Los tres modelos empleados en la fase 3 corresponden a modelos con un nivel de complejidad mayor, al considerar una integración de conocimientos que permiten vincular saberes disciplinares (pedagógicos, didácticos, químicos) con saberes contextuales.

Finalmente, es importante reconocer que cada uno de los modelos propuestos para la caracterización del CDC de un docente reúne características y enfoques que cada autor consideró necesarios y pertinentes para su implementación, sin embargo, desde el presente trabajo investigativo se sugiere realizar para posteriores trabajos, un análisis detallado a partir del modelo CDC complejo latinoamericano, que ha demostrado una efectividad en la caracterización del CDC en docentes de ciencias del siglo XXI, permitiendo generar procesos de reflexión y una mejora en el proceso educativo.

En síntesis, frente a la pregunta central se evidencia que el docente al ser contrastado con los tres modelos del CDC (Modelo Complejo del CDC de Mora y Parga, Modelo de Magnusson et al., y Modelo de Consenso Refinado), es Modelo del CDC Complejo, el que más se acopla con las categorías del modelo mencionado, en la planificación y desarrollo de sus clases. Esto fue posible evidenciarlo en la mayor proporción las unidades de registro, lo que indica que se abarca de manera más completa en contraste con los otros modelos.

RECOMENDACIONES

El análisis de los estudios permite establecer las siguientes recomendaciones para mejorar la enseñanza de los carbohidratos en química.

- **Desarrollar estrategias didácticas contextualizadas:** Es importante que el docente favorezca comprensiones en los estudiantes desde lo disciplinar, cotidiano, industrial, etc. frente al contenido abordado. Así se promueve una enseñanza contextualizada, con el diseño de instrumentos que permitan a los estudiantes entender la base del conocimiento, pensando en el cuidado y prevención de enfermedades asociadas, de este modo, ser profesores que generen en la sociedad una transformación.

- **Investigación en la enseñanza de los carbohidratos:** Es necesario realizar más investigaciones sobre la enseñanza de los carbohidratos en el contexto latinoamericano, para identificar y desarrollar otras estrategias didácticas, reconocer concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje de los estudiantes y dificultades de enseñanza de los propios docentes.
- **Establecer conexiones entre los carbohidratos y otras áreas:** Los carbohidratos se pueden estudiar desde diferentes áreas de la ciencia como son la medicina, la biología, la química y la nutrición. Particularmente desde la química esta temática se suele abarcar únicamente en la química orgánica, limitando la conexión interdisciplinaria. Los currículos deben integrar los diferentes componentes teóricos de los carbohidratos desde diversas áreas, lo que permitiría en los estudiantes converger a un enfoque más holístico en el aprendizaje de la química y en los docentes, generar estrategias para la enseñanza, de esta manera, contribuiría a consolidar un CDC colectivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S.K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405–1416. <https://doi.org/10.1080/09500690802187041>
- Aguilar-Carrasco, L. A., Cid-Polo, I., & Cid-Polo, Y. (2013). Propuesta de productos de aprendizaje para la unidad de aprendizaje carbohidratos con enfoque basado en competencias. *Educación Química*, 24, 467-470.
- Álvarez, L. J. H., Merchán, M. M., & Barrera, E. L. (2021). Pedagogical content knowledge desde el modelo de consenso refinado: revisión sistemática de la literatura. *MEMORIAS SIFORED-ENCUENTROS EDUCACIÓN UAN*, 1(5), 62-72.
- Alves, M., Moura, A., y Quijadas, S. (2019). Conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK): *revisão sistemática da produção recente da área de Ensino de Ciências*. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.
- Azuero, L.E. (2017). Diseño de un video animado en 3D MAX, de la prueba macroscópica de Benedict para la identificación de carbohidratos. [*Trabajo de pregrado*, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/7770>
- Ball, D.L. (2000) Bridging Practices: Intertwining Content and Pedagogy in Teaching and Learning to Teach. *Journal of Teacher Education*, 51(3), 241- 247. <https://doi.org/10.1177/0022487100051003013>
- Caamaño, A. (2018). Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación química*, 29(1), 21-54.
- Candela Rodríguez, Boris Fernando. (2016). El diseño de la "ReCo": una estrategia para iniciar la identificación, la explicitación y el desarrollo del CPC de un tópico de la química de profesores en formación inicial. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (40), 81-118. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142016000200004&lng=en&tlng=es.
- Carlson, J., Daehler, K. R., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., ... & Wilson, C. D. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science*, 77-94.
- Carreño-Deñas, J. (2016). Consentimiento informado en investigación clínica: un proceso dinámico. *Persona y Bioética*, 20(2), 232-243. <https://doi.org/10.5294/PEBI.2016.20.2.8>
- Cliff, W.H. (2006). Case study and the remediation of misconceptions about respiratory physiology. *Adv Physiol Educ*, vol. 30, pp. 215-223
- Costa, M. J. (2007). Carbohydrdeck: A card game to teach the stereochemistry of carbohydrates. *Journal of Chemical Education*, 84(6), 977.
- Dos Santos, P. M., da Silva, J. F. M., Turci, C. C., Guerra, A. C. D. O., Júnior, E. N. D., de Souza, G. C., ... & de Souza, F. R. (2016). Análise de alimentos: contextualização e

- interdisciplinaridade em cursos de formação continuada. *Química nova na escola*, 38(2), 149-156.
- Dueñas Romero, A. M. (2019). *Conocimiento didáctico del contenido de la alimentación y la nutrición humana en profesores de Bogotá*. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/11372>
- Ebneyamini, S., & Sadeghi Moghadam, M. R. (2018). Toward developing a framework for conducting case study research. *International journal of qualitative methods*, 17(1), 1609406918817954.
- FAO. (2023). La importancia de la educación nutricional. Grupo de educación nutricional y de sensibilización del consumidor.
- Fernandez, C. y Fernandes de Goes, L. (2014), “Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no ensino de ciências e matemática”. En: A. Garritz, S. F. Daza Rosales y M. G. Lorenzo, edits. *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva oamericana*, Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española, pp. 65-99.
- Friedrichsen, P., van Driel, J. H., and Abell, S. K. (2011). Taking a Closer Look at Science Teaching Orientations, *Science Education*, 95 (2), 358– 376
- Gallardo, H., Vergel, M., Villamizar, F.Y. (2017). Investigación intervención y enfoque multimétodo en ciencias humanas y educación matemática. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 9(2), 85-96.
- Garófalo, S. J., Alonso, M., & Galagovsky, L. (2014). Nueva propuesta teórica sobre obstáculos epistemológicos del aprendizaje. El caso del metabolismo de los carbohidratos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 155-171. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1042>
- Garófalo, S.J. (2010). Obstáculos epistémicos de aprendizaje del tema metabolismo de Hidratos de Carbono. Un estudio transversal. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Química Biológica, Universidad de Buenos Aires
- Garritz, A. (2014). ¿Qué es el CDC? ¿Cuáles son sus elementos fundamentales? En Garritz, A., Lorenzo, M., & Rosales, S. *Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva latinoamericana*, 23-33. Académica Española en Saarbrücken.
- Garritz, A., & Trinidad Velasco, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación química*, 15(2), 02-06, https://andoni.garritz.com/documentos/edit_cpc.pdf
- Garritz, A., Lorenzo, M., & Rosales, S. (2014). *Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva latinoamericana*. Académica Española en Saarbrücken, Alemania.
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of “Context” in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28, 9, 957–976
- Goes, F.L., & Fernandes, C. (2018). Reflexões metodológicas sobre pesquisas do tipo estado da arte: investigando o conhecimento pedagógico do conteúdo. *Revista eletrônica de ensino de las ciencias*. 17(1), 94-118. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6306350>

- Heras, V., Roa, R. y Espinoza, A. (2015). Las Competencias Digitales de Futuros Docentes y su Relación con los Estándares Internacionales en TIC'S. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*. Recuperado de <https://bit.ly/2Qrt4Qd>
- Hernández-Garcés, A., Lau-González, M., Grueiro-Cruz, I., Avilés-Rodríguez, E., Jauregui-Haza, U., Guzmán-Martínez, F. (2016). Implementación del uso de mapas conceptuales en la química orgánica a través de seminarios. *Revista Cubana de Química*, 28(2), 572-578.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education.
- Jaramillo, Carlos. (2020). *El milagro metabólico*. Editorial Planeta.
- Khowala, S., Verna, D., y Banik, S. (2008). Biomolecules: (introduction, structure & function). Carbohydrates. *Indian Institute of Chemical Biology*, 3-92.
- Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido*. Teoría y práctica. Paidós comunicación.
- Leal Castro, A. (2014). El conocimiento didáctico del contenido (CDC): una herramienta que contribuye en la configuración de la identidad profesional del profesor. *Magistro*, 8 (15), 89-110.
- Londoño, O.L., Maldonado, L.F., & Calderón, L.C. (2016). *Guía para Construir Estados del Arte*. Bogotá: IcnK.
- Molina, E. A. (2022). Componentes del conocimiento didáctico del contenido: análisis de su visión en programas de licenciatura en química y profesores en formación inicial. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/17755>.
- Montoya, N., & Arroyave, D. (2021). Conocimiento didáctico del contenido. Una revisión sistemática exploratoria. *Boletín Redipe*, 10(8), 55-71. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1384>
- Mora, W. & Parga, D. (2014). Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. En Garritz, A.; Lorenzo, G.; y Daza, S. (Comp): *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana*. p. 100- 143. Editorial Académica Española Saarbrücken.
- Mora, W.M., & Parga, D.L. (2008). El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de tramas de contenido histórico–epistemológicas con las tramas de contexto aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 24, 56-81. <https://doi.org/10.17227/ted.num24-1083>.
- Okuda Benavides, M., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(1), 118-124.
- Organización Mundial de la Salud. (2023). Diabetes. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- Palmer, R. E. (1969). *Hermeneutics: Interpretation Theory in Schleiermacher, Dilthey, Heidegger, and Gadamer*. Evanston, IL: Northwestern University Press.
- Parga, D. L. & Mora, W. M., Martínez, L. F., Ariza, L. G., Rodríguez, B., López, J., Jurado, R., Gómez, Y. (2015). El conocimiento didáctico del contenido (cdc) en química. Universidad Pedagógica Nacional.

- Parga, D. L. & Piñeros, G.Y. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Revista Educación Química*, 29(1), 55-64. 1870-8404Doi 10.22201/fq.18708404e.2018.1.63683 (2019-2020 en C) ISSN: 1870-8404
- Parga, D. L. (2015). Conhecimento didático do conteúdo sobre a química verde: o caso dos professores universitários de química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 38, 167-182. <https://doi.org/10.17227/01203916.3793>
- Parga, D., Mora, W. M. y Martínez, L. (2007). El conocimiento didáctico del contenido como programa de investigación: un contexto para la enseñanza de la química. *TED*, número extra, 2007. Tercer congreso internacional sobre formación de profesores de ciencias, número extra, pág. Comunicación, 97. Bogotá.
- Parga, D.L. (2015). *El conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química*. Editorial Universidad Pedagógica Nacional.
- Parga, D.L. (2023). *Conocimiento didáctico del contenido: balances de investigaciones Latinoamericanas del 2012 al 2022*. [Propuesta interna de investigación]. CIUP - Universidad Pedagógica Nacional.
- Parga, D.L., & Mora, W.M. (2014). Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. En Garritz, A., Lorenzo, M., & Rosales, S. *Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva latinoamericana*, 100-143. Académica Española en Saarbrücken.
- Parga, D.L., & Mora, W.M. (2021). Fundamentos del conocimiento didáctico del contenido. En Parga, D.L, Ariza, L., y Rodríguez, R. (org.) (2021). *Dimensiones del conocimiento didáctico del contenido. Análisis desde la enseñanza de la química* (pp. 35-63). Editora CRV.
- Parga, D.L., Ariza, L., & Rodríguez, R. (org.) (2021). *Dimensiones del conocimiento didáctico del contenido. Análisis desde la enseñanza de la química*. Editora CRV.
- Parga, D.L., Mora, W.M. & Martínez, L. (2007). El conocimiento didáctico del contenido como programa de investigación: un contexto para la enseñanza de la química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, número extra, 2007. Tercer congreso internacional sobre formación de profesores de ciencias, número extra, pág. Comunicación, 97. Bogotá.
- Parra, W. (2019). *Contribuciones del Andamiaje a la conceptualización del PCK al estudiar la acción docente de cuatro profesores de ciencias de educación superior* (Tesis doctoral). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Pazinato, M. S., & Braibante, M. E. F. (2014). Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de química. *Química Nova na escola*, 36(4), 289-296.
- Pérez Ruiz, A. (2017). El diseño de la "CoRe": una estrategia para iniciar la identificación, explicitación y desarrollo del CPC de la química de profesores en formación.
- Pérez, L. (2019). La cocina como estrategia para mejorar la enseñanza aprendizaje de los conceptos de bioquímica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 47, 1-16.

- Rekalde, I., Vizcarra, M. T., & Macazaga, A. M. (2014). La Observación Como Estrategia De Investigación Para Construir Contextos De Aprendizaje Y Fomentar Procesos Participativos. *Educación XXI*, 17(1), 201-220.
- Rodríguez, A. C. (2014). *Unidad didáctica para la enseñanza de los carbohidratos dirigida a estudiantes de grado undécimo bajo el enfoque de enseñanza para la comprensión*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional-UNAL.
- Stake, R. (1999). Investigación con estudio de casos. España: Morata
- Talanquer, V. (2004). Formación docente ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación química*, 15(1), 52-58.
- Valencia Guzmán, M.J. (2013). Dificultad en el aprendizaje de bioquímica en estudiantes de la facultad de enfermería de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. *Investigación Educativa Duranguense*, (13), 38-45.
- Vargas, X.B. (2011). ¿Cómo hacer investigación cualitativa? ETXETA
- Vera-Monroy, S. P., Mejía-Camacho, A., & Gamboa Mora, M. C. (2020). C= Ocarbohidratos: efecto del juego sobre el aprendizaje. *Educación química*, 31(1), 23-35.
- Verdugo-Perona, J. J., Solaz-Portolés, J. J., & Sanjosé-López, V. (2017). El conocimiento didáctico del contenido en ciencias: estado de la cuestión. *Cadernos de pesquisa*, 47, 586-611.
- White HB. (2007) Do biology and chemistry teachers talk to each other? *Biochem Mol Biol Educ* 35: 70ñ71.
- Yin, R. (1994). Investigación sobre estudio de casos. Diseño y métodos. *Applied social research methods series*, 5(2), 1-35.
- Yin, R.K. (2018). *Case Study Research and Applications. Design and Methods*. Cosmos Corporation Sage.

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado y Ética de la investigación

Vicerrectoría de Gestión Universitaria
Subdirección de Gestión de Proyectos – Centro de Investigaciones CIUP
Comité de Ética en la Investigación

En el marco de la Constitución Política Nacional de Colombia, la Ley Estatutaria 1581 de 2012 “Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales” y la Resolución 1642 del 18 de diciembre de 2018 “Por la cual se derogan las Resoluciones N°0546 de 2015 y N° 1804 de 2016, y se reglamenta el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Pedagógica Nacional y demás normatividad aplicable vigente, se ha definido el siguiente formato de consentimiento informado para proyectos de investigación realizados por miembros de la comunidad académica considerando el principio de autonomía de las comunidades y de las personas que participan en los estudios adelantados por miembros de la comunidad académica.

Lo invitamos a que lea detenidamente el Consentimiento informado, y si está de acuerdo con su contenido exprese su aprobación firmando el siguiente documento:

PARTE UNO: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Título del proyecto de investigación	Análisis del modelo del conocimiento didáctico del contenido <i>carbohidrato</i> en un profesor universitario de química
Resumen de la investigación	La presente investigación tiene como objetivo Contrastar el modelo del conocimiento didáctico del contenido carbohidrato de un profesor universitario colombiano, frente a lo caracterizado en los modelos internacionales de la última década.
Descriptor claves del proyecto de investigación	CDC, contenido carbohidratos, modelos de enseñanza
Descripción de los posibles beneficios de participar en el estudio	Mejora profesional dado el proceso de reflexión docente. Fortalecimiento de datos empíricos para la línea investigativa del CDC en Colombia. Identificación de procesos de enseñanza propios y para los futuros profesores en formación.
Mencione la forma en que se socializarán los resultados de la investigación	La socialización se realizará de forma personal y previa con el participante; y de forma oral, con la comunidad, en las fechas de sustentación del informe del trabajo de grado programadas
Explícite la forma en que mantendrá la reserva de la información	Todos los datos se mantendrán en anonimato, se usará un seudónimo para proteger la identidad del participante y sus estudiantes; los datos grabados y obtenidos mediante los diversos instrumentos se utilizarán sólo para la presente investigación. Todo material documental y audiovisual será destruido posterior al análisis.

Datos generales del investigador principal	Nombre(s) y Apellido(s): Yeris Alejandra Suárez Peña		
	N° de Identificación:	Teléfono	
	Correo electrónico: yasuarezp@upn.edu.co		
	Dirección:		
	Nombre(s) y Apellido(s): Diego Alejandro Manrique Rodríguez		
	N° de Identificación:	Teléfono	
	Correo electrónico: damanriquer@upn.edu.co		
	Dirección:		

PARTE DOS: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Si usted accede a participar en este estudio de forma voluntaria, se le solicitará responder un conjunto de preguntas a través de cuestionarios complementadas con entrevistas presenciales, así mismo, como su autorización para que los estudiantes investigadores puedan asistir a las clases en las cuales se desarrolle el contenido de interés y el acceso a los diseños microcurriculares, guías de trabajo, lecturas, evaluaciones y demás recursos que se trabajen en el aula. Las clases y conversaciones serán grabadas con audio y video con previa autorización y consentimiento suyo, con el fin de transcribir las ideas tal cual usted las haya expresado, sin presentar alteraciones. Las transcripciones y respuestas podrán ser revisadas y evaluadas por usted.

Su participación es totalmente voluntaria y su identidad como la información que suministre para este proyecto de investigación serán protegidos por la Ley 1581 de 2012 que respecta a la protección de datos personales. La información suministrada no presenta ningún otro propósito fuera de la investigación y será eliminada una vez finalice el estudio.

A continuación, se presenta el cronograma con las fechas en que los estudiantes investigadores realizarán dichas intervenciones.

Actividades / Semanas	Septiembre				Octubre			
Aplicación Instrumento ReCo								
Aplicación Primera Entrevista								
Observación de Clases								
Aplicación Segunda entrevista								

Yo: _____ Identificado con
Cédula de Ciudadanía Número _____, de la ciudad de _____

Declaro que:

1. He sido invitado a participar en la investigación y de manera voluntaria he decidido hacer parte de este estudio.
2. He sido informado sobre los temas en que se desarrollará el estudio, han sido resueltas todas mis inquietudes y entiendo que puedo dejar de participar en cualquier momento si así lo deseo.
3. Sobre esta investigación me asisten los derechos de acceso, rectificación y oposición que podré ejercer mediante solicitud ante el investigador responsable, en la dirección de contacto que figura en este documento.
4. Conozco el mecanismo mediante el cual los investigadores garantizan la custodia y confidencialidad de mis datos.
5. La información obtenida de mi participación será parte del estudio y mi anonimato se garantizará. Sin embargo, si así lo deseo, autorizaré de manera escrita que la información personal o institucional se menciona en el estudio.
6. Autorizo a los investigadores para que divulguen la información y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen en el marco del proyecto y que no comprometan lo enunciado en el quinto punto.

En constancia, manifiesto que he leído y entendido el presente documento.

Firma,

Firma del participante (si aplica),

Nombre: _____

Identificación: _____

Fecha: _____

Con domicilio en la ciudad de: _____

Dirección: _____

Número de celular: _____

Correo electrónico: _____

La Universidad Pedagógica Nacional agradece sus aportes y su decidida participación

Anexo 2. Instrumento 1. Reconocimiento de las representaciones del contenido (ReCo)

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Química

Grupo de Investigación Alternancias



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores

El presente instrumento tiene como finalidad reconocer las representaciones del contenido (ReCo) del profesor participante al enseñar el contenido Carbohidratos. La ReCo consta de nueve preguntas abiertas, que fueron adaptadas por Mora y Parga (2008) y que proporcionan una descripción de la forma en que un docente conceptúa el contenido de un tema particular de enseñanza. Llenar cada uno de los espacios en blanco, conforme a la pregunta de cada fila.

Representación del contenido ReCo	Ideas o conceptos más importantes para enseñar carbohidratos dentro de los alimentos		
	A. Diferenciación entre azúcares reductores y no reductores	B. Relación entre los carbohidratos y el metabolismo	C. Importancia de los carbohidratos en la industria de alimentos
1. ¿Qué intenta que aprendan sus estudiantes sobre esa idea?	Destacar las diferencias y similitudes entre glúcido y carbohidrato, así como azúcares reductores y no reductores enfocándose en implicaciones químicas y tratamiento de los alimentos	Enfocarse en sus características bioquímicas de los carbohidratos, estructura y reacciones, y comprender su importante en procesos metabólicos y la producción de energía. Se busca correlacionar entre estos aspectos y cómo un desequilibrio, como el consumo de azúcares, puede afectar la salud.	Promover la conciencia en las personas sobre la realidad del consumo de alimentos, especialmente, los carbohidratos y establecer la relación en la industria alimentaria y cómo puede afectar a su salud. Se aborda la influencia de la industria de producción de alimentos, con un enfoque en los alimentos ultraprocesados y el etiquetado de azúcares añadidos.
2. ¿Por qué es importante que los estudiantes sepan esto?	Porque los futuros profesores deben comprender el proceso metabólico de los azúcares, debido a que en la actualidad existe desinformación y una percepción negativa de los azúcares. Esto les permitirá educar a las personas de manera adecuada y tomar decisiones para desmentir información falsa.	Porque la sociedad actual, impulsada por la inmediatez y preocupada por cuestiones superficiales, tiende a descuidar su responsabilidad hacia la salud y el bienestar del cuerpo. Es esencial analizar el problema de los altos niveles de azúcares en la población ya que afecta a nivel social, como en los servicios médicos.	Es el cuidado personal, que sean conscientes, que el consumo de carbohidratos y azúcares depende de las necesidades que cada uno tiene. Los consumos de nutrientes son personales; cada persona tiene sus necesidades según su cuerpo, y básicamente, ese es el derrotero que hay.
3. ¿Qué cree que le faltaría saber a los	La principal dificultad es evaluar el conocimiento de los	La falta de profundización del metabolismo debido a las	Ponerse en los zapatos del industrial, no solo se trata de cuestiones científicas, como la

Representación del contenido ReCo	Ideas o conceptos más importantes para enseñar carbohidratos dentro de los alimentos		
	A. Diferenciación entre azúcares reductores y no reductores	B. Relación entre los carbohidratos y el metabolismo	C. Importancia de los carbohidratos en la industria de alimentos
estudiantes sobre esta idea?	estudiantes que toman el curso, ya que se espera que tengas conocimientos básicos en química orgánica. Sin embargo, la experiencia demuestra que esto no siempre es cierto, por lo que es necesario realizar una evaluación inicial para determinar sus necesidades.	limitaciones en el currículo institucional y la sobrecarga de contenido en otros cursos. Esto conduce a la existencia de concepciones erróneas y dudas en los estudiantes, ya que no se dedica el tiempo suficiente para explorar en detalle los conceptos relacionados con el metabolismo.	adición de azúcares o el consumo de alimentos procesados, sino también de considerar los efectos socioeconómicos. Se destaca la importancia de que las personas sean conscientes de sus necesidades metabólicas y tomen decisiones equilibradas en su alimentación.
4. ¿Cuáles son las dificultades y limitaciones asociadas con la enseñanza de esta idea?	Enseñar conceptos complejos, como la estructura de la glucosa, sin caer en la enseñanza memorística. Esto plantea un desafío para la creación de materiales de enseñanza efectivos.	Es un desafío debido a la interconexión de proteínas, lípidos y carbohidratos en un proceso metabólico integral. La tendencia a enseñar cada uno de estos componentes por separado lleva a concebirlos como entidades aisladas, cuando en realidad están interrelacionados en un equilibrio metabólico. Esto crea dificultades en la comprensión de cómo los cambios de un componente pueden afectar a los demás.	Las grandes dificultades son cosas que ya tienen arraigadas las personas. Entonces, alguien dice que la industria es mala. Ahí hay muchas concepciones demasiado arraigadas que son difíciles.
5. ¿Qué preconcepciones o ideas alternativas o errores conceptuales tienen los estudiantes sobre esta idea y cómo influyen en la enseñanza?	Los estudiantes confunden los conceptos de carbohidrato y azúcar, lo que indica falta de claridad en sus conceptos previos. Además, la distinción entre azúcares reductores y no reductores debido a la falta de comprensión de la estructura molecular, lo que lleva a errores conceptuales.	Existe confusión en la sociedad en cuanto al consumo de azúcares, especialmente la sacarosa añadida a los alimentos. La falta de claridad radica en que las personas no comprenden que los azúcares, ya sean añadidos o naturales como frutas o almidones, siguen una vía metabólica similar. La información se ha centrado en los azúcares añadidos, pero es crucial considerar que las necesidades varían según el estilo de cada individuo, lo que puede generar problemas	Las percepciones sobre la industria alimentaria y la calidad de los alimentos procesados deben abordarse con mayor apertura y entendimiento. Las preconcepciones sobre las ganancias de la industria pueden ser erradas y la noción de que los alimentos caseros son mejores que los procesados, no siempre es precisa. En casa también se pueden producir alimentos con altos niveles de azúcares y generar problemas de salud.

Representación del contenido ReCo	Ideas o conceptos más importantes para enseñar carbohidratos dentro de los alimentos		
	A. Diferenciación entre azúcares reductores y no reductores	B. Relación entre los carbohidratos y el metabolismo	C. Importancia de los carbohidratos en la industria de alimentos
		si no se entiende adecuadamente.	
6. Otros factores que influyen en la enseñanza de esta idea. Por ejemplo, a nivel de normas y funcionamiento de la institución escolar, procedencia de los estudiantes, configuración cultural, política e ideológica del entorno de la institución escolar, del diseño curricular y del trabajo entre docentes.	La enseñanza de conceptos se ve influenciada por varios factores. Se incluyen la estructura del currículo y los syllabus, que pueden ser rígidos y limitar la cobertura de temas esenciales. Además, las concepciones erróneas de los estudiantes pueden venir de su entorno familiar y social, así como de la información que reciben de los medios de comunicación y de las redes sociales.	El currículo y el entorno externo hacen que la enseñanza y comprensión de temas complejos sean difíciles. El currículo académico exige avanzar rápidamente en los temas, lo que dificulta la exploración de interrelaciones y complejidades. El entorno externo, incluyendo los medios de comunicación y los intereses económicos, influyen en las percepciones y elecciones de la población, especialmente en personas con menos educación.	La influencia externa, básicamente la influencia de los medios, es muy fuerte. La influencia de las redes sociales es demasiado fuerte. Se maneja mucha información que es falsa. Hay otra que sí es buena, pero es difícil lograr identificar cuál es la que sirve allí, porque es una de las mayores dificultades de esos niveles de influencia externos.
7. ¿Qué procedimientos o estrategias de enseñanza emplea para que los estudiantes se comprometan con esta idea?	Establecer un contexto relacionando alimentos y salud para involucrar el tema metabólico. Al crear este contexto, se puede explorar el impacto del consumo de alimentos ricos en azúcares en relación con enfermedades como la diabetes y la hiperglucemia.	Utilizar un enfoque contextual en la enseñanza de temas como la diabetes y el proceso metabólico. Se busca comprender por qué las personas diabéticas experimentan ciertos síntomas y cómo los alimentos pueden afectar esos problemas. En las estrategias se incluyen el uso de una película que ilustra las experiencias de personas con diabetes y su impacto social y familiar, lo que permite	Presentar a los estudiantes procesos de transformación de alimentos para que puedan comprender la perspectiva de los profesionales en la industria alimentaria. Se busca que los estudiantes se pongan en el lugar de los industriales y entiendan las etapas involucradas en la producción de alimentos. Es un poco difícil, porque la industria de alimentos es un poco celosa en este tema. Es una de las dificultades que hay para

Representación del contenido ReCo	Ideas o conceptos más importantes para enseñar carbohidratos dentro de los alimentos		
	A. Diferenciación entre azúcares reductores y no reductores	B. Relación entre los carbohidratos y el metabolismo	C. Importancia de los carbohidratos en la industria de alimentos
		explicar metabólicamente los síntomas para entender la relación entre la dieta y la condición	desarrollar esa parte, por razones sanitarias.
8. ¿Qué formas de comprobar (evaluación, coevaluación y autoevaluación) el entendimiento o confusión de los estudiantes acerca de esta idea utiliza?	Se utilizan diversas estrategias de evaluación, como actividades de coevaluación y análisis de artículos científicos, debates, presentaciones y prácticas de laboratorio. Estas estrategias buscan medir el avance de los estudiantes en la adquisición de conocimientos y de corrección de ideas erróneas, a pesar de que la universidad exige notas numéricas como parte de la evaluación.	Se incluyen evaluaciones, prácticas de laboratorio en donde los estudiantes analizan contenidos de carbohidratos y azúcares en alimentos, y discusiones en clase. El objetivo es que los estudiantes adquieran conocimiento y relaciones de conceptos entre la analítica y los carbohidratos.	Más allá de que los estudiantes elaboren informes, es que puedan comprender y aplicar lo que han aprendido sobre los procesos de transformación de alimentos. Se busca que los estudiantes adquieran una visión más amplia y contextualizada, que incluya otros saberes, como el de los ingenieros de procesos y administradores de empresas.
9. ¿Qué conocimientos sobre historia y epistemología de esta idea conoce? Por ejemplo, mecanismos de producción del conocimiento, vida de las comunidades científicas, debates y controversias, reconstrucciones de episodios históricos relevantes, revoluciones	Se abordan temas relacionados con carbohidratos desde una perspectiva nutricional y química. Se utilizan artículos de diferentes años para analizar el desarrollo y el impacto de estos conceptos a lo largo del tiempo. Aunque no se profundiza en la historia de los desarrollos conceptuales.	Se realiza un recorrido histórico para explorar la evolución de la percepción a lo largo de las décadas desde la generación de los años 50 hasta la actualidad. Se observa cómo las tendencias han variado, desde la moda de los productos light en los años 80 hasta la actual orientación hacia los productos naturales.	Se emplean artículos científicos y entrevistas publicadas en revistas para explorar el desarrollo de nuevos productos alimenticios, como sustitutos del azúcar, y comprender sus implicaciones en el metabolismo, salud y enfermedades. Se aborda cómo ha evolucionado la industria de alimentos en relación con los procesos de producción, comparando la concepción actual con la del pasado y cómo se ve a futuro. Se recurre a diferentes fuentes, incluyendo revistas de divulgación masiva, para analizar estos cambios industriales.

Representación del contenido ReCo	Ideas o conceptos más importantes para enseñar carbohidratos dentro de los alimentos		
	A. Diferenciación entre azúcares reductores y no reductores	B. Relación entre los carbohidratos y el metabolismo	C. Importancia de los carbohidratos en la industria de alimentos
científicas y experimentos cruciales, biografías de grandes personajes			

Nota. Fuente. Mora y Parga (2008, p.67)

FICHA TÉCNICA INSTRUMENTO 1

Instrumento 1. Reconocimiento de las representaciones del contenido (ReCo)

Autor	Instrumento adaptado de Mora y Parga (2008). El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico - epistemológicas con las tramas de contexto – aprendizaje
Objetivo general del estudio	Describir las características del modelo CDC empleado por un profesor de química universitario colombiano, cuando enseña <i>carbohidratos</i>
Objetivo del instrumento	Analizar las prácticas y decisiones que toma el docente cuando enseña, incluido los vínculos entre el contenido, los estudiantes y la práctica docente.
Población de estudio	Profesor asociado a una universidad colombiana que tiene en su carga académica asignaturas relacionadas con química de alimentos.
Metodología	La aplicación del instrumento se realizará de forma directa con el docente participante.
Participantes	Un solo profesor
Tipo de datos	Datos textuales o cualitativos
Criterio de análisis de información	Categorías establecidas como componentes del CDC desde Mora y Parga (2008)
Categorización inicial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocimiento disciplinar del contenido CDC 2. Conocimiento y creencias histórico-epistemológicas 3. Conocimiento y creencias psicopedagógico 4. Conocimiento y creencias del contexto escolar
Tipo de pregunta	Preguntas abiertas



Instrumento 2. Primera Entrevista: Aspectos del ReCo

El presente instrumento tiene como finalidad profundizar en las respuestas del instrumento 1: ReCo, con el fin de reconocer los componentes del CDC que más predominan en la enseñanza del contenido carbohidrato del docente participante. Las preguntas fueron tomadas de Parga et al. (2021). La entrevista se hará previa a la realización de la clase.

- 1. ¿Cuándo comenzó a prepararse para la enseñanza del contenido Carbohidrato? ¿Necesita más tiempo para preparar este en comparación con otros contenidos elegidos? ¿Por qué?**

Lo puedo tomar desde la inmediatez que es este semestre que la comencé a preparar pero la preparación comenzó desde mi ejercicio profesional porque durante muchos años estuve vinculado a la industria entonces tenía que conocer al detalle todos los aportes nutricionales de los alimentos que se comercializaban en esa industria donde yo estuve. Entonces el conocimiento acerca de ese conocimiento sobre carbohidratos, si bien hay algo en la universidad, donde más se ha reforzado en todo el conocimiento se dio en la práctica de la industria que eso fue hace ya casi 30 años y esa preparación duró casi 13 años trabajando la industria alrededor de eso entonces esa preparación previa es porque estuve en la realidad de lo que pasa de la industria de cómo piensa la industria, qué piensa el químico, entonces desde ahí comienza esa preparación si lo vemos para ese semestre si bien tengo la estructura inicial cambia porque cada grupo de estudiantes es diferente, es muy diferente los estudiantes del semestre pasado, a los que tuve hace un año, a los que tuve hace dos años, tienen conceptos algunos parecidos algunos no tanto es necesario prepararse frente al grupo de estudiantes que se tiene entonces hay una preparación previa al medio conocimiento, que uno debe tener con los estudiantes entonces a partir de ahí diseñar algo que en ese campo que les parezca llamativo entonces en los primeros días del semestre el primer día que yo considero que es el día más importante del semestre porque se conoce al estudiante entonces uno empieza a ver cuáles son sus intereses y su conocimiento y ya sobre eso se empieza a estructurar el tema entonces este semestre voy a empezar con una película porque identifiqué las necesidades básicas para que sea tema llamativo para el grupo de estudiantes.

- 2. Describa brevemente cómo (va a) planear sus clases para la enseñanza de la temática Carbohidratos. ¿Cuáles fueron /son sus fuentes de referencias?**

Yo el primer día de clase intentó referenciar el grupo qué intereses tiene como qué conocimientos básicos tiene y ya en el momento de iniciar empecé a buscar una bibliografía, empecé a buscar el material inicial para cuando empezamos a trabajar entonces en este caso la película que es el tema de más importancia para iniciar el semestre y ya posteriormente en clase, empiezo a buscar cuáles son esas actividades que van a favorecer en el momento de la actividad,

entonces por decir algo vamos a empezar a hablar de las diferencia entre carbohidratos, azúcares reductores, entonces por ejemplo la película porque le recomiendan a la persona que sufre diabetes, el no consumo de productos muy azucarados entonces ahí empezamos a tomar esa temática para abordar esas diferencias entre uno y otro ya en la actividad de clase, yo comienzo como una parte -introdutoria- que yo llamo y posteriormente hacemos otras actividades como lecturas, casi siempre intento llevar lecturas de artículos, donde cada grupo de estudiantes se encarga de unas partes del artículo que yo busco y digo esta parte es importante para que la aprendan en carbohidratos, qué es un reductor, qué es un no reductor.

Y entonces por grupos de estudiantes toman esas temáticas las leen y luego las comparten en lo que hicieron de la lectura entonces se usan artículos en inglés en español para que se haga ese tipo de ejercicios y también en el momento en que sean necesarios los resultados de laboratorio se socializan en el grupo entonces lo que se hace es reforzar y todo esto ha vinculado a temas de la analítica básica pero más allá de eso es de cómo hacer un cálculo porque a veces y más allá es hablar de lo que evidenciaron el alimento, si finalmente, sí eso sí es azucarado o no están azucarado que pueden concluir alrededor de eso básicamente. Eso es así que se planea algunos talleres cuando llevamos avanzado un poco en la temática, ya empiezo algunos talleres para desarrollar en clase o en casa y en la siguiente sesión tratar de resolver algunas dudas que se tengan porque esos talleres por lo general pueden tener una parte de cálculos analíticos donde se plantea el aporte calórico de los carbohidratos, proteínas, grasas y por lo tanto necesitan hacer un análisis crítico de esos resultados, no es solo que tiene el 10% de azúcar sino que eso qué implicaciones tiene, entonces, inclusive no son talleres que están en los libros porque los libros no se encuentran estos temas entonces son hechos de la vida real los datos y todo lo que yo utilizo para yo construir un artículo o yo lo he hecho en algún momento o echo mano de lo que se ha hecho el laboratorios de otros semestres para traerlo al curso entonces esos datos que son reales hacemos el ejercicio.

3. ¿Desde qué estrategia de enseñanza específica enseñará ese contenido? ¿Qué factores en concreto pone en consideración al decidir sobre esa estrategia?

Trato de enfocarlo un poco a resolver problemas, por ejemplo, se plantea el problema de la persona que tiene la diabetes, entonces qué podemos hacer ahí si lo que le están recomendando es bien o no, entonces estamos mirando que el estudiante intente dar respuesta a esa problemática pero a veces hay que combinar por ejemplo el impacto que tiene socialmente las enfermedades por altos azúcares, entonces ya se involucra un poco el tema un poco de las -cuestiones sociocientíficas- estar conversando sobre esas temáticas sociales y los científicos.

4. ¿Este tema es más difícil de enseñar en comparación con otros temas? ¿Por qué?

Yo considero que todas las temáticas que están relacionadas el metabolismo alimentos salud tienen un nivel de dificultad similar, precisamente porque si uno se va solamente, si uno se centra solamente en la química inorgánica entonces en las reacciones de química inorgánica. Yo pongo un ácido base, yo pongo tal ácido y le pongo la base y la reacción me da sal y agua, el problema acá se complica un poco porque estamos involucrando procesos metabólicos que como lo dije son rectas relacionados unos con otros necesitamos la vitamina para que una proteína funcione, por

ejemplo, como una enzima que me va a favorecer el metabolismo del carbohidrato entonces ahí hay una interrelación que es más compleja entonces es relativo este tema

5. ¿Cuáles pueden ser las dificultades / obstáculos, si los hubiera, que prevenía /hubiera experimentado al enseñar este contenido en esta institución? ¿Cómo superar estos problemas?

Si lo vemos desde el punto de vista del estudiante cuando llegan un curso que es de noveno semestre octavo Pero hay veces seis personas de séptimo pero son estudiantes que están en el ciclo de profundización es que venimos contruidos muy cuadrículados que si yo aprendí la orgánica era solo la orgánica si yo aprendí inorgánica era solo inorgánica entonces nos queda muy difícil correlacionar fenómenos fisicoquímicos, como la energía libre de Gibbs, como el delta DH, como la entalpía en un alimento, porque eso es un tema de la fisicoquímica y entonces hasta ahí fenómenos de superficie, isoterms esos son temas de la fisicoquímica y eso nada que ver con la bioquímica, con los alimentos. Entonces les queda como difícil hacer esa unión precisamente porque estamos muy cuadrículados, armar ese rompecabezas, es difícil. ¿cómo se supera? Armando el contexto, eso es lo que yo intento, por lo menos dar un contexto de la enfermedad y el alimento y ahí es donde converge todo.

6. En general, ¿se siente segura al enseñar el contenido de Carbohidratos? ¿Por qué?

Sí porque la construcción de la experiencia de haber venido de la industria en el tema de los alimentos eso le da a uno unas bases muy fuertes, pero no las únicas por supuesto para hablar de esos temas con cierta autoría inciso no es la única porque hay otros factores que requieren unirse para poder enseñar.

7. ¿Qué quiere que sus alumnos aprendan sobre este contenido? ¿Por qué cree que este tema es importante?

Más allá de querer que aprendan de carbohidratos, mi intención es que aprendan aprenderse su propia bioquímica, sus propios metabolismos, sus propios fenómenos que los tienen vivos, más allá del solo carbohidrato como tal atado a las temáticas, no solo de carbohidratos sino de los otros nutrientes entonces más allá de eso es la conciencia que puedan tener porque a la final ya es nuestro ambiente están formando profesores es los que a la pose van a permitir es que se auto conozcan y manejen sus dietas alimenticias, a quienes le van a enseñar también más allá del conocimiento científico es un poco más hacia los temas sociales.

8. ¿Qué cree que los estudiantes saben sobre este tema? ¿Dónde cree que pueden haber aprendido eso?

Nadie llega en ceros, todo el mundo de alguna forma inclusive los que no están haciendo estudios universitarios está en cero, en algún momento de sus vidas oyeron hablar, entonces, en nuestros estudiantes una de las ventajas es que algunas temáticas abordaron en sus cursos de orgánica. Entonces ellos saben algunos conceptos básicos y algunas reacciones, a veces, lo olvidan,

pero eso es normal que a uno le pase, pero en el momento en que se retoman los conceptos pero ya empiezan a profundizar sobre la temática entonces vienen con un conocimiento necesario para poder empezar a profundizar para seguir con esa realidades de alimentos en salud.

**9. ¿Qué conceptos pueden ser difíciles de comprender para sus estudiantes en este tema?
¿Por qué creen esto?**

La diferenciación entre carbohidrato, azúcar, azúcar no reductor, fibras por ejemplo y digo fibras porque hay diferentes tipos de fibras entonces eso es difícil de entender cómo uno lo aprendió en la orgánica uno lo vio como los glúcidos en general pero no esa diferencia que es importante para los procesos nutricionales entonces es de las temáticas un poco complejas de diferenciar y cómo se superan pues haciendo las lecturas de artículos haciendo, trabajo de laboratorio, eso ayuda.

10. Describa lo que sucedería durante el comienzo, la mitad y el final de la clase. ¿Qué hará? ¿Qué harán los estudiantes?

Al inicio hay una intervención mía, yo ya sé que el primer día que empezamos vamos a empezar con la película, les haré una introducción sobre los carbohidratos una discusión de la película seguramente algún artículo estaremos leyendo empezaremos a retomar conceptos de las estructuras de los carbohidratos y explicar un poco lo que se vio en la película de los artículos más o menos como la parte intermedia del curso y un poco al final depende mucho de la dinámica que se dé con los estudiantes porque muchas veces se da que estamos hechos en un diálogo allí, que hacen preguntas voy respondiendo y generalmente en ese punto y lo que hacemos es trabajar un taller y resolver el taller y hablar sobre el tema del taller más o menos ese puede ser una dinámica general dependiendo la dinámica que hagamos con los estudiantes.

11. ¿Por qué planea llevar a cabo esta clase de esta manera? ¿Cuál es el principal recurso de enseñanza en el que se basa esta clase? ¿Qué modificaciones ha hecho?

Por ejemplo, el iniciar con la película como está proyectado así es porque ahí se está empezando a dar el contexto y se empiezan a hacer preguntas a plantearse problemas entonces la idea es que ya con ese contexto con esas preguntas que crean y que ellos logran identificar empezar a hacer un trabajo de alrededor de resolver esas preguntas que ellos tienen eso es lo que se pretende allí.

Los principales recursos, herramientas que uno utiliza o que yo utilizo básicamente son análisis de artículos temas de trabajo en el laboratorio talleres esos son básicamente los que estoy utilizando a veces conferencias de invitados webinars a los que tengo acceso entonces se puede utilizar material visual como películas o material que uno puede encontrar en las redes que sirven para plantear una discusión.

FICHA TÉCNICA INSTRUMENTO 2

Autor	Instrumento adaptado de Parga et al. (2021). Dimensiones del conocimiento didáctico del contenido: análisis desde la enseñanza de la química. Universidad Pedagógica Nacional.
Objetivo general del estudio	Describir las características del modelo CDC empleado por un profesor de química universitario colombiano, cuando enseña <i>carbohidratos</i>
Objetivo del instrumento	Analizar las prácticas y decisiones que toma el docente cuando enseña, incluido los vínculos entre el contenido, los estudiantes y la práctica docente.
Población de estudio	Profesor asociado a una universidad colombiana que tiene en su carga académica asignaturas relacionadas con química de alimentos.
Metodología	La aplicación del instrumento se realizará de forma directa con el docente participante.
Participante	Un solo profesor
Tipo de datos	Datos textuales o cualitativos
Criterio de análisis de información	Categorías establecidas como componentes del CDC desde Mora y Parga (2008)
Categorización inicial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocimiento disciplinar del contenido CDC 2. Conocimiento y creencias histórico-epistemológicas 3. Conocimiento y creencias psicopedagógico 4. Conocimiento y creencias del contexto escolar
Tipo de pregunta	Preguntas abiertas

Anexo 4. Instrumento 3. Segunda Entrevista

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Química

Semillero de Investigación Alternancias



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores

Instrumento 3. Segunda Entrevista

El presente instrumento tiene como finalidad profundizar en las respuestas del instrumento 2: Primera Entrevista, con el fin de reconocer los componentes del CDC que más predominan en la enseñanza del contenido carbohidrato del docente participante. Las preguntas fueron tomadas de Parga et al. (2021) y serán realizadas después de finalizar la temática.

1. ¿Cómo se siente acerca de las clases desarrolladas?

Bien, en términos generales, creo que lo expuesto, pues considero que los estudiantes entendieron y que era lo que se quería transmitir. Esa relación, obviamente, por temas de tiempos, generalmente uno, pues, como que no alcanza a abordarlo todo, pero en términos generales, fluyó dentro de lo esperado.

2. ¿Ocurrieron incidentes no planificados momentos no anticipados (por ejemplo, preguntas de los estudiantes, cambio deliberado / modificaciones en el plan de la clase)? Si es así, ¿por qué?

Porque hubo muchos comentarios de los mismos estudiantes, habían hecho una lectura, por ejemplo, previa de la relación de enfermedades, específicamente cáncer, con la dieta que se incluían el tema de las fibras. De ahí salieron muchos, muchos temas de discusión. Lo que yo esperaba era que empezaran a preguntar cosas por obvias razones. Yo no sabía qué iban a preguntar, pero en la medida de lo posible, se les dio la respuesta que se generará, como ese tipo de ejercicio. Eso hace también que a veces, pues, uno tenga que correrse un poquito en los tiempos de las temáticas

3. ¿Cree que sus estudiantes aprendieron lo enseñado? ¿En qué se basa para afirmar esto?

Bueno, ustedes me ponen entre la espada y la pared. Una cosa es lo que yo pienso, lo que vi, y lo que con lo que creo que vi, pues hago ese supuesto. Sería interesante preguntarles directamente a ellos. ¿Pero cuál es mi percepción? Mi percepción es que creo que fue efectivo, en la medida de lo posible. Ya que, con relación en la industria de alimentos, los azúcares, especialmente los reductores que tienen esa reacción de Maillard y le dan esos colores, pues ahí se generaron muchas preguntas. Por ejemplo, alguien preguntó si era lo que pasa con las cervezas cuando se hacen los diferentes tipos de cervezas. Digo que con esos comentarios que hacían ellos, creo que por lo menos entendieron y se logró el objetivo.

4. ¿Observó alguna dificultad en el aprendizaje de los estudiantes en este tema?

Bueno, dificultades, pero digamos que son como las normales, diría yo. Es que hay muchos conceptos que sí nos han visto ya previamente. Por ejemplo, en la química orgánica. No sé exactamente en qué semestre ven la química orgánica. Reductor desde la estructura del azúcar. Entonces, distinguir eso, no lo tenían como tan fresco. Entonces, tocó volver a retomar. Ahí hicimos las estructuras cíclicas y recordamos esa temática, esos conceptos que se olvidan un poquito, que no se refrescan con el suficiente tiempo de antelación, dificulta un poquito el ejercicio, pero no es tan grave que suceda.

5. ¿Por qué ha decidido utilizar esta actividad para enseñar este concepto? ¿De qué manera es esta estrategia útil para ayudar a los estudiantes a aprender los conceptos?

Bueno, la estrategia, pues, básicamente, porque siento que están más próximos a la realidad de los estudiantes. Hace preparación de alimentos procesados. Allí hay muchos aspectos que, pues, por el simple hecho de consumir el alimento, uno no es consciente de lo que está pasando y químicamente, digamos, considero que funciona bien. Por eso asumo esa estrategia para, yo diría, más reforzar, no porque ya están en últimos semestres. Insisto, se parte, se partiría el hecho de que muchos de esos conceptos ya los conocen, pero de pronto no sé cómo ha sido el método en nuestros cursos. De pronto es muy, entre comillas, normal que se hace simplemente decir que aquí van los OHs, que el OH se vuelve reductor, pero no se ata con una realidad como es el tema de alimentos. Eso, considero que funciona. Ahora, obviamente, habría que ir un poco más allá y hacerle como una indagación directamente al estudiante.

6. ¿Podría identificar alguna idea falsa / error de los estudiantes en este tema? Por ejemplo, ¿funcionaron las modificaciones en los materiales como se esperaba? ¿Por qué? O No modificó ningún contenido.

Es que no sé si una idea falsa, probablemente olvides, no tanto ideas falsas, es por ejemplo el tema de reductores, tratan de explicarlo de otras formas, pero no son las más correctas. Yo considero que es más un tema de la diferencia de tiempo en que lo aprenden, más que unas ideas erróneas. Sí, ideas desconocidas, que es otro tema, como es precisamente eso de la generación de algunos componentes que le dan el sabor, el color y el aroma de los alimentos. Pero, tanto como errados, no tanto, más reforzar y cómo articular una cosa con lo otro y si hay como rupturas.

7. ¿Ha pensado en otras formas de poner de manifiesto este concepto? ¿Ha considerado organizar las clases de manera diferente? ¿Por qué no eligió otra alternativa?

Muchas veces, yo diría casi que, casi que, si hay diferencias dependiendo el grupo con el que uno esté tratando, lo que dije este semestre o lo que dije el semestre anterior es diferente, no es del punto de vista conceptual como tal, no. Probablemente los ejemplos, la ruta que sigo, porque eso va muy de la mano con los estudiantes, digamos pensar en otra forma de abordar el tema se podría, porque digamos, los alimentos son tan amplio, total, de los alimentos, pero sí se podría, desde otros elementos inherentes al carbohidrato, por ejemplo, estudiar a profundidad, industrialmente, la producción de azúcar. Podría ir uno reforzando los conceptos que están asociados a los

carbohidratos en general, dedicarse netamente a lo industrial, no tanto a lo metabólico de la caña de azúcar, por ejemplo.

Pues, básicamente, porque ahí estoy tratando de articular lo que se ve por transformación industrial y lo metabolismo, porque a veces se olvida un poquito. Trato de articular todo eso, incluyendo lo que hacemos en el laboratorio, que es la parte instrumental. Entonces, creo yo que ahí que ahí se articulan pues varios de los conceptos que han abordado a lo largo de la carrera, y que muchas veces se ven como cosas aparte. Ahí se trata de articular la química orgánica, métodos de análisis, la bioquímica en otras temáticas, la parte fisicoquímica. Entonces, la idea es ir articulando todo eso, porque uno tiene la cabeza que la química son un poco ramas todas dispersas, la orgánica solo la de orgánica, la inorgánica solo habla de inorgánica, pero si alguno de ellos se le pregunta otra área, yo con eso no me meto, pero entonces no debería ser así, pero debería tener un bagaje mínimo que le permita responder todo.

8. ¿Hará alguna tarea de evaluación de seguimiento sobre el contenido desarrollado? ¿De qué maneras? ¿Qué quiere evaluar de este tema? ¿Por qué? ¿Hay alguna razón particular para el uso de esta (estrategia) para la enseñanza?

Evaluación, por un lado, las lecturas que hicimos en el aula. Eso tiene una evaluación. Aquellos que tenían que hacer unas actividades, elaborar unas diapositivas, elaborar un escrito, por ejemplo, de los artículos leídos. Se va a evaluar la socialización que, de pronto, van a hacer en su presentación. La parte de laboratorio se evalúa a través de un informe, carbohidratos sino todos los otros nutrientes presentes en los alimentos, precisamente para articular todo. Y, por supuesto, el tema de esos discursos se va a tener en cuenta. Eso es básicamente.

Haremos un parcial, digamos, por un lado, por exigencia de la misma universidad, que hay que hacer unos cortes evaluativos. Pero efectivamente, un parcial, no solamente donde vamos a estar evaluando los carbohidratos, todas sino todo lo que vimos anteriormente para que vayan articulando. Si no, no es solo lo de carbohidratos sino también vayan articulando el tema de agua, de lípidos, entonces lo vamos a ir juntando allí.

9. ¿Su experiencia docente de este año en el tema le ayudará a enseñar este tema nuevamente? ¿Si es así, cómo?

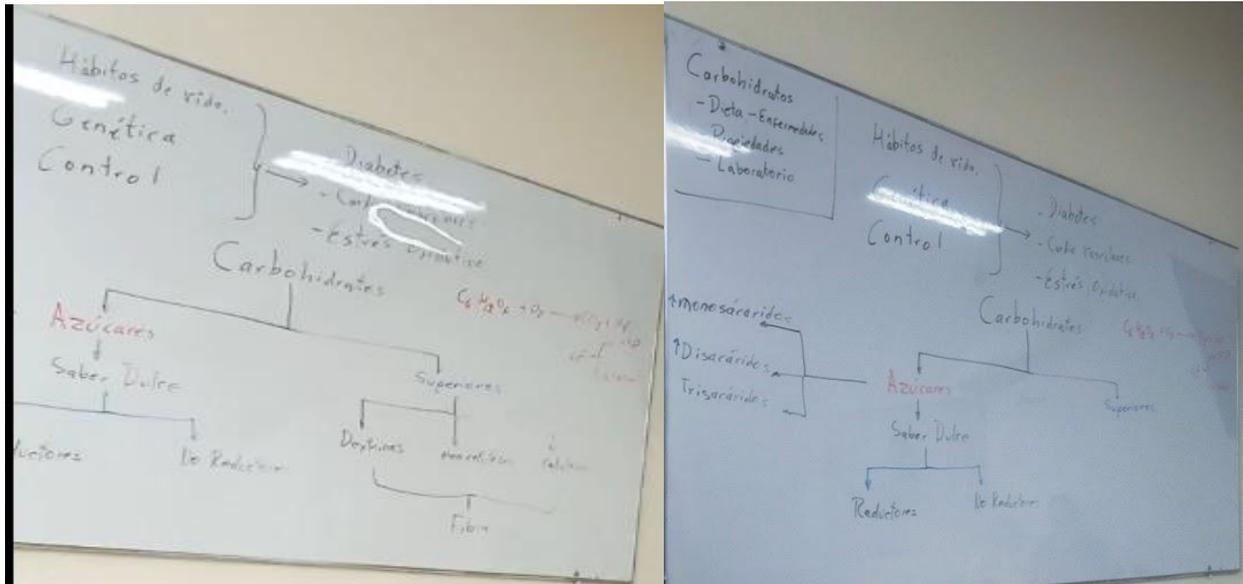
Claro, siempre, como lo mencioné en alguna de las preguntas anteriores, siempre trato de estar en continuo repensar lo que se ha dicho, no porque, digamos, acá, por ejemplo, podemos retomar el tema del video que hicimos, otros videos. Algo que me causó curiosidad es que, por ejemplo, el tema de las cervezas, que, si eso podía, por ejemplo, retomar allí las reacciones de Maillard. Entonces, allí seguramente voy a buscar alrededor de las cervezas, cómo podríamos proyectar el tema de carbohidratos. Eso quizás para un futuro curso. Entonces, claro, lo que dicen los estudiantes sirve mucho para hacer retroalimentaciones, hacer proyecciones, para tener aspectos nuevos en un futuro.

10. Si usted fuera a hacer el plan de estudios, ¿aún conservaría ese tema? ¿Por qué?

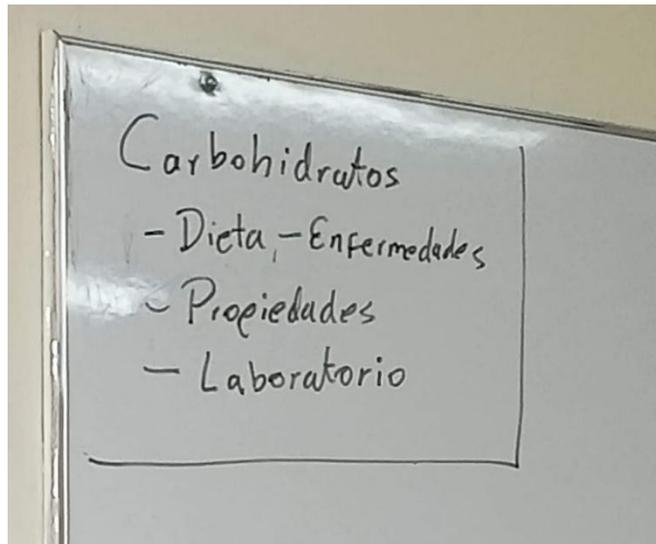
Yo lo abordaría. Nuevamente insisto, de pronto con algunas variaciones que, necesariamente, se dan por efecto de esos intereses que uno va identificando en los estudiantes a raíz de sus intervenciones, de sus preguntas, pero en principio sí lo mantendría claro.

Anexo 5. Observación de clase No. 1

Fecha: Clase Jueves 05 de octubre de 2021



El docente inicia la sesión escribiendo en el tablero las temáticas a abordar en la sesión de clase, continúa con un cordial saludo a sus estudiantes y proporciona una introducción al tema que abordarán: "Vamos a explorar la relación que existe entre los carbohidratos. Es importante recordar que ha habido controversia en torno al consumo de carbohidratos y su papel en las dietas. Actualmente, hay un intenso debate y fuertes tensiones en lo que respecta a los azúcares añadidos".



A continuación, profundiza en el tema, abordando las controversias y debates generados a partir del etiquetado de alimentos envasados. Asimismo, explora la relación con los alimentos ultraprocesados. Al concluir esta primera parte, contextualiza el debate existente en Europa sobre el etiquetado. Luego, anuncia que visualizarán una película centrada en las enfermedades asociadas al consumo de azúcares, con un enfoque especial en la diabetes.

En los primeros momentos de la película, se presentan cifras relacionadas con la diabetes. En este punto, el profesor interviene destacando que estas cifras podrían ser aún más elevadas en la actualidad debido a la falta de controles adecuados. A lo largo de la película, se ilustran situaciones que muestran cómo un estilo de vida poco saludable puede llevar a la adquisición de diabetes. Esto sirve para exponer los distintos procesos y desafíos que enfrenta una persona que padece esta enfermedad.

Durante la proyección de la película, el profesor demostró atención y movilidad en el aula al cambiar de posición en varias ocasiones, indicando aspectos relevantes de la película y señalando la importancia de estar atentos a los errores en la dieta del protagonista de la película.

Al concluir la película, el docente mencionó los temas clave que se insinuaron en la película, relacionados con la aparición de la diabetes. Plasmó estos temas en el pizarrón mientras los explicaba y contextualizaba, fomentando la participación y generando una comprensión más profunda al hacer preguntas al grupo. También preguntó si alguien en el grupo tenía diabetes o tenía familiares que la padecieran.

A partir de ahí, inició una explicación sobre las diversas enfermedades que pueden surgir debido al consumo excesivo de azúcares, adentrándose en el metabolismo de los carbohidratos explicado a través del Ciclo de Krebs. Utilizó diapositivas que permitieron la visualización conjunta de las diferentes reacciones involucradas en la metabolización de los carbohidratos, llegando a la conclusión de que se desencadena toda una cadena de reacciones para la producción de energía y productos de reacción.

El profesor hizo referencia en varias ocasiones a lo visto en clases anteriores y a lo trabajado en laboratorios, estableciendo una continuidad en el tema y conectando distintas temáticas.

Luego, el docente inició la explicación sobre la clasificación de los carbohidratos en función de las unidades monoméricas, detallando la utilidad de cada grupo mencionado y su relación con el metabolismo según el ciclo de Krebs. Asimismo, abordó aspectos cruciales a considerar en la dieta, respaldados por datos de organizaciones como la OMS. A continuación, exploró la importancia de los carbohidratos en la industria alimentaria y farmacéutica, introduciendo el tema de las fibras, su clasificación, importancia y aplicaciones. También contextualizó la evolución del concepto carbohidrato a lo largo de la historia.

Posteriormente, explicó los carbohidratos desde la perspectiva de su función endulzante. Utilizó representaciones de estructuras químicas en el pizarrón y recurrió a internet para visualizarlas. Explicó la distancia adecuada que deben tener los oxígenos en las moléculas y su relación con la generación de respuesta en las papilas gustativas mediante la interacción química con los receptores. Relacionó esta característica con los edulcorantes artificiales a raíz de una pregunta de

un estudiante. También explicó la diferencia entre azúcares reductores y no reductores, además de destacar la importancia de la retención de agua en los carbohidratos y su relevancia en la industria alimentaria.

Para concluir la sesión, el profesor organizó a los estudiantes en grupos preestablecidos para abordar un artículo científico titulado "Cáncer de Mama y Dieta". Cada grupo recibió asignaciones específicas para leer, discutir y crear diapositivas que resumieran distintas secciones del artículo. Como actividad final, uno de los grupos asumió la responsabilidad de explicar la práctica de laboratorio que llevarían a cabo en la próxima sesión. En esta exposición, se enfocaron en la determinación de fibras en alimentos, detallando el método, los instrumentos, los reactivos, las precauciones y los factores a considerar para llevar a cabo la experimentación de manera adecuada.

Instrumentos utilizados:

- Película
- Tablero
- Diapositivas
- Internet (imágenes vídeos)
- Artículo científico

Se destaca la participación activa del profesor con el grupo, generando preguntas que avivaron el interés de los estudiantes en la temática. Esto se reflejó en la atención de los estudiantes al plantear preguntas relacionadas con el tema basadas en comentarios que habían escuchado o en experiencias personales. Además, el profesor demostró una dinámica presentación al moverse por el espacio del aula y utilizar diversos instrumentos, como el tablero, las diapositivas y el acceso a internet, para enriquecer la dinámica de la clase.

En cada tema abordado, el docente incluyó ejemplificaciones contextualizadas para introducir o tratar un tema específico, logrando así una adecuada contextualización de las temáticas y una comprensión más profunda por parte de los estudiantes.

La descripción y clasificación de los carbohidratos fueron abordadas a través de un mapa conceptual que el profesor fue completando a medida que avanzaba en el tema. Este mapa conceptual se relacionó con cada uno de los temas y se complementó con anotaciones clave que respaldaron la explicación de los distintos conceptos. Además, el profesor utilizó representaciones gráficas y esquemáticas, así como el desarrollo de estructuras químicas en el tablero, involucrando a los estudiantes en la comprensión de las reacciones químicas.

Para concluir, cabe resaltar que el profesor, a través de la plataforma Moodle en su curso, pone a disposición diverso material de consulta, incluyendo artículos científicos, talleres, lecturas y vídeos. Este material se encuentra de libre acceso, abarcando algunos recursos para el uso en clase y otros designados para lo que él denomina "los entusiastas"; es decir, aquellos estudiantes que se sienten motivados a aprender más allá de lo establecido como obligatorio.

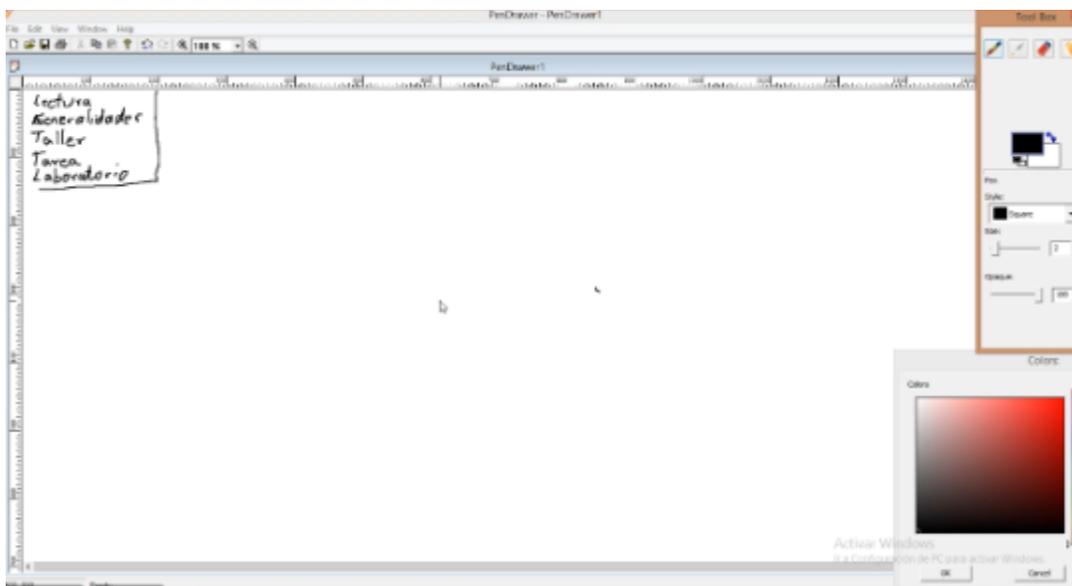
La organización de la plataforma es llevada a cabo por el docente, estructurando el contenido de acuerdo con las principales temáticas que se abordarán durante el semestre. Estos recursos se van habilitando conforme avanza el curso y se tratan los temas en clase, permitiendo un acceso adecuado y oportuno a los materiales relacionados.

Organización de la clase

1. Temáticas para ver, saludo, introducción al tema (rótulos)
2. Película
3. Enfermedades (causas, síntomas), metabolismo
4. Clasificación de los carbohidratos
5. Explicación sabor, industria, edulcorantes: propiedades
6. Desarrollo de la lectura por grupos
7. Presentación del grupo encargado para presentar práctica de laboratorio

Anexo 6. Observación de clase No. 2

Fecha: martes 10 de octubre de 2023



La sesión de clase, programada para el 10 de octubre de 2023, se llevó a cabo de manera virtual debido a inconvenientes en el campus universitario. Utilizamos la plataforma Microsoft Teams como medio de comunicación. La sesión se tituló "Carbohidratos reacciones" y comenzó con un cordial saludo del profesor, seguido de la presentación del plan de la sesión, que incluyó los siguientes elementos:

- Lectura
- Generalidades
- Taller
- Tarea de laboratorio

La introducción al tema se inició con una revisión de las actividades y contenidos tratados en la clase anterior. A partir de esta base, comenzó con la definición de los carbohidratos, su clasificación en azúcares reductores y no reductores, así como sus propiedades. También se exploró la clasificación de los carbohidratos en función del número de monosacáridos que contienen y se discutió su relevancia en la dieta, con un enfoque especial en los oligosacáridos y su contribución a la fibra dietética.

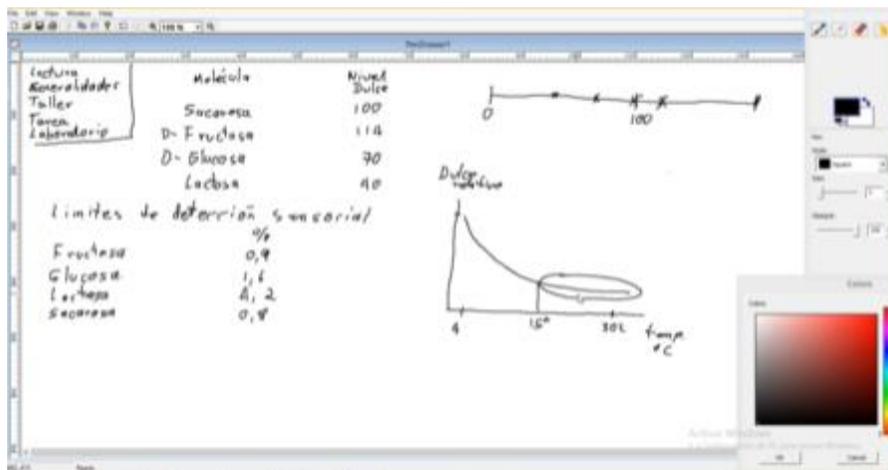
Posteriormente, se abordó la relación entre los carbohidratos, la dieta, los procesos metabólicos y su asociación con enfermedades. Dado que estos temas se habían tratado en la sesión anterior, no se profundizó en ellos en esta ocasión.

Para introducir la nueva temática, el profesor empleó diapositivas en PowerPoint para resaltar la importancia de la caña de azúcar en la industria. Se detallaron los diversos procesos involucrados en la producción de caña de azúcar, incluyendo la obtención de gas, melaza, jugo de caña de azúcar y cachaza, entre otros. También se describieron los productos derivados de los residuos de la caña, como el bagazo, la fibra, el meollo, la vinaza y el alcohol, y se estableció su relación con las industrias químicas y farmacéuticas.

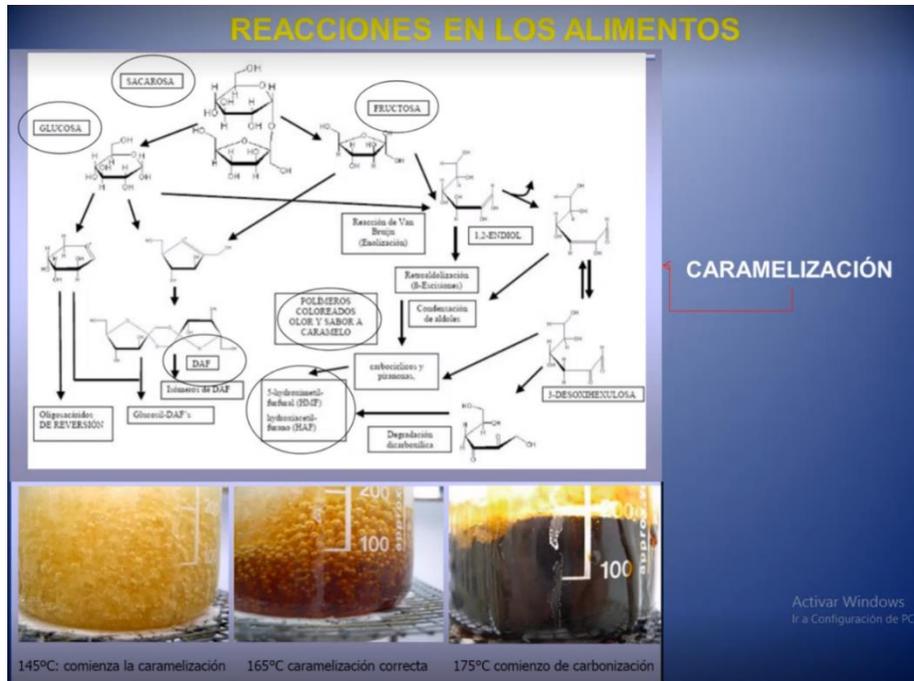
La clase continuó abordando las preocupaciones que rodean a la industria cañera, enfatizando su amplio alcance de producción y su papel esencial en la generación de empleo para muchas familias. Seguidamente, se presentó la composición nutricional de la caña desde la perspectiva de la industria farmacéutica, y se establecieron conexiones con los productos generados y utilizados en las industrias químicas, papel y agricultura.

El docente abordó el impacto ambiental relacionado con la producción de azúcares de mesa a partir de la caña de azúcar y resaltó cómo la manipulación genética se ha propuesto como una solución potencial. Planteó una reflexión entre los estudiantes, ya que se podría considerar que la modificación genética fuera una solución frente a la hambruna mundial. Este diálogo estimuló la relación entre la problemática abordada y los avances de la ingeniería genética.

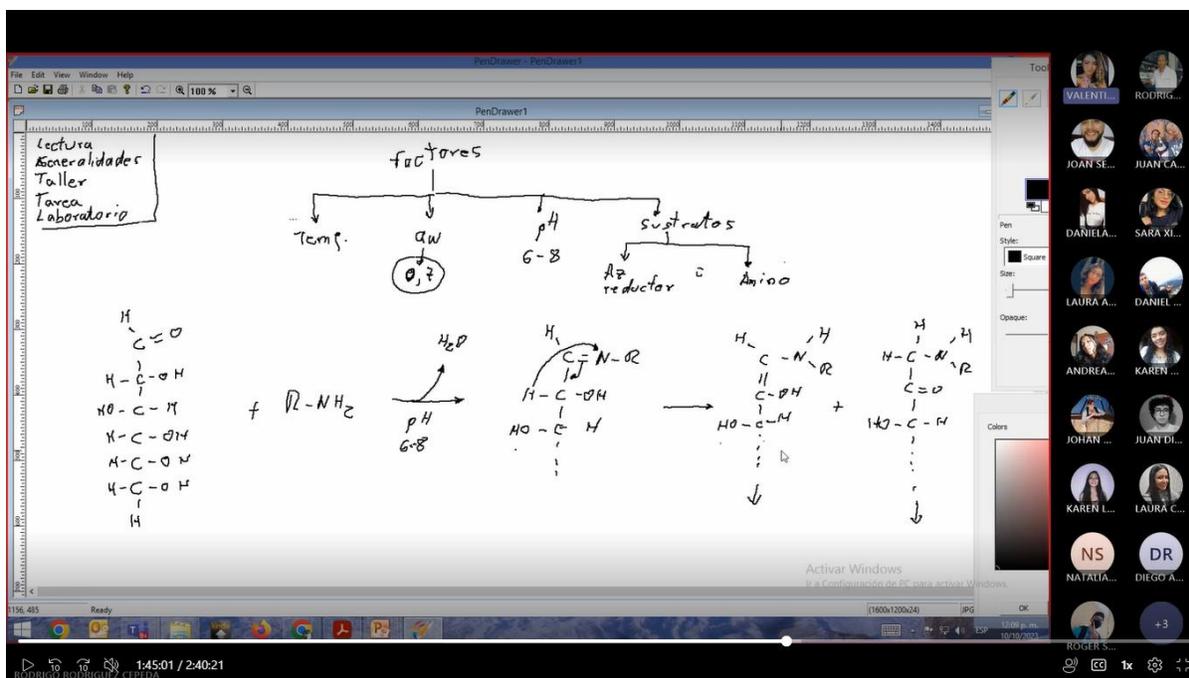
En sus diapositivas, el docente presentó un diagrama que ilustraba las estructuras de los azúcares más simples y relacionó sus propiedades físicas y químicas. Esto proporcionó a los estudiantes un marco conceptual para comprender los carbohidratos desde una perspectiva asociada a los sentidos, en particular, a su sabor. Para lograrlo, utilizó el Software *Pendrawer*, generando un esquema donde mostró varios tipos de carbohidratos, su nivel de dulzura y la relación de la sensación dulce con la temperatura. En este sentido, se prestó el contexto para mencionar los edulcorantes, implicaciones con el metabolismo y aporte calórico.



Se inicia la explicación de las reacciones de los carbohidratos con el proceso de caramelización, resaltando cómo se origina el color y sabor característico del caramelo. Con ello, se presenta el proceso que lleva a cabo el azúcar para convertirse en caramelo, condiciones físicas, tiempos y riesgos asociados al consumo de subproductos generados.



A raíz de la pregunta por parte de una estudiante, que cuestionó acerca del proceso de elaboración de la panela, se presentaron un serie de intervenciones por parte de los estudiantes relacionadas con cuestiones de la cotidianidad, especialmente con el desarrollo de algunos procesos industriales, en donde se mencionaron los procesos de adulteración de la panela, diferencias del azúcar blanco y moreno, y el uso de mantequilla en la elaboración de maíz pira. Para lo cual, el profesor realizó explicación de cada pregunta desde el punto de vista químico, metabólico e industrial.



Por último, para dar cierre a la temática, mediante el uso de las diapositivas, con ello estableció la reacción que se da entre los azúcares reductores y los grupos amino en presencia de calor, dando como resultado afectaciones en el color y sabor de los alimentos, de igual forma se mencionaron la generación de productos no deseados que pueden llegar a ser cancerígenos, ejemplo: la acrilamida, al contribuir al estrés oxidativo y mencionó que es fundamental comprender cómo se tratan y se procesan los alimentos, ya que puede generar un impacto significativo en la salud de las personas que los consumen, por ello deja como comentario que se deben tener estilos de vida para la prevención de enfermedades relacionadas con la alimentación. El cierre de la sesión se llevó a cabo con las presentaciones grupales del artículo que se propuso en la sesión anterior, estas presentaciones se realizaron de acuerdo con la estructura previamente definida, en la que se dividió el artículo en diferentes secciones para su análisis.

Instrumentos utilizados

- Microsoft Teams
- Pendraw
- Presentación con diapositivas (diagramas, esquemas, imágenes, reacciones y moléculas químicas)
- Artículo científico

Organización de la clase

1. Introducción al tema
2. Relación entre carbohidratos, dieta y enfermedades
3. Industria de la caña de azúcar
4. Impacto ambiental y modificación genética
5. Estructura de los azúcares
6. Reacciones de los carbohidratos
7. Preguntas de los estudiantes
8. Impacto en la salud

9. Cierre de la sesión

Anexo 7. Matrices documentales

● Registro de artículos por País

País	Universidad o Base de datos	Nombre de la Revista	Año	Volumen	Número	Total artículos	total de documentos sobre el CD	Seleccionados
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED	2012	31	6	6	0	0
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED		32	9	0	0	
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED	2013	33	7	1	0	0
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED		34	6	0	0	
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED	2014	35	6	1	1	1
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED		36	6	0	0	
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED	2015	37	6	0	0	0
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED		38	10	1	1	
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED	2016	39	7	1	0	0
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED		40	10	1	1	
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED	2017	41	11	0	0	0
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED		42	10	0	0	
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED	2018	43	10	0	0	0
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED		44	11	0	0	
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED	2019	45	12	0	0	0
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED		46	10	0	0	
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED	2020	47	14	1 (bioquímica, sin CDC)	1	1
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED		48	11	1	0	0
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED	2021	49	17	0	0	0
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED		50	15	0	0	
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED	2022	51	17	0	0	0
Colombia	Universidad Pedagógica Nacional	Tecné, Episteme y Didáxis: TED		52	18	0	0	
Colombia	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Góndola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias	2012	7	1	5	0	0
Colombia	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Góndola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias	2013	8	1	4	0	0
Colombia	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Góndola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias		8	2	4	0	0
Colombia	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Góndola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias	2014	9	1	9	1	0
Colombia	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Góndola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias		9	2	6	0	0
Colombia	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Góndola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias	2015	10	1	7	0	0
Colombia	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Góndola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias		10	2	6	1 (Orgánica con Chevallard)	1
Colombia	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Góndola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias	2016	11	1	9	0	0
Colombia	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Góndola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias		11	2	6	0	0
Colombia	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Góndola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias	12	1	5	0	0	
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2012	23	1	18	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2012	23	Extraordinario	12	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2012	23	2	12	1 (orgánica)	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2012	23	Extraordinario	12	1	1
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2012	23	3	13	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2012	23	4	16	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2013	24	1	17	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2013	24	Extraordinario	11	1	1
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2013	24	2	11	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2013	24	Extraordinario	17	1 (PCK) 1 Carbo	1 carbo
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2013	24	3	18	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2013	24	4	15	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2014	25	1	16	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2014	25	Extraordinario	14	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2014	25	2	14	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2014	25	3	13	12	1
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2014	25	4	13	1	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2015	26	1	13	2	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2015	26	2	13	1	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2015	26	3	10	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2015	26	4	12	0	0
México	Educación química	Universidad Nacional Autónoma de México	2016	27	1	11	1	0

● Matriz: Registro de ponencias

BDB	Fuente	Año	Autores	País	Título	Referencia APA	Palabras Clave	Resumen
XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias	Ponencia en el Libro de Actas	2021	Lina Melo, Esther Mañá, Aurora Muñoz Loza, Javier Cubero	Argentina	Análisis del conocimiento didáctico del contenido de la biodiversidad y la didáctica en docentes formadores en la provincia de Córdoba, Argentina	Melo, L. Muñoz, A. & Cubero, J. (2021). Análisis del conocimiento didáctico del contenido de la biodiversidad y la didáctica en docentes formadores en la provincia de Córdoba, Argentina. En Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021. Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible. (págs. 757-760) Lisboa: Enseñanza de las Ciencias. ISBN 978-84-123113-	Conocimiento Didáctico del Contenido Formación Docente Biodiversidad Didáctica	En Argentina, la desvalorización social de la docencia se suma a las escasas investigaciones sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en Institutos de Formación Docente, y sobre contenidos de biodiversidad y didáctica. Este trabajo analiza el CDC de docentes a cargo de una asignatura que combina contenidos de ciencias naturales y didácticos. Los resultados invitan a pensar en el CDC de una Didáctica no reducida a las estrategias de enseñanza de las ciencias naturales, y revalorizar la profesión docente.
XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias	Ponencia en el Libro de Actas	2021	Jeinmy Alejandra Rodríguez Bonilla, Marcela Guevara Morcote, Edison Alexander Martínez Díaz	Colombia	Reflexiones sobre el conocimiento didáctico del contenido: Análisis de caso en la enseñanza del balanceo de reacciones químicas	Rodríguez, J. Guevara, M. & Martínez, E. (2021). Reflexiones sobre el conocimiento didáctico del contenido: Análisis de caso en la enseñanza del balanceo de reacciones químicas. En Actas electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021. Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible. (págs. 828-832) Lisboa: Enseñanza de las Ciencias. ISBN 978-84-123113-4-0	Reflexión, acciones, práctica docente, balanceo, CDC/PCCK	Se describe el CDC/PCCK en la enseñanza del balanceo de ecuaciones químicas a una docente de secundaria quien desea reflexionar sobre sus prácticas, empleando el modelo Park y Oliver (2007) y una metodología cualitativa, paradigma interpretativo y estudio de caso. La categoría con mayor tendencia de acuerdo al análisis de contenido es orientaciones para la enseñanza de las ciencias

● Matriz: Registro de Tesis

BDB	Fuente	Año	Autores	País	Título	Referencia APA	Palabras Clave	Resumen
Repositorio UPN	Tesis Doctoral	2019	Ana María Dueñas Romero	Colombia	Conocimiento didáctico del contenido de la alimentación y la nutrición humana en profesores de Bogotá.	Dueñas, A. M. (2019). Conocimiento didáctico del contenido de la alimentación y la nutrición humana en profesores de Bogotá. [Tesis de doctorado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional-Universidad Pedagógica Nacional. http://hdl.handle.net/20.500.12209/11372 .	Conocimiento didáctico del contenido Alimentación Nutrición humana Conocimiento profesional del profesor	La investigación analiza la enseñanza de la nutrición y la alimentación humana, perspectiva del Conocimiento Didáctico de Contenido (CDC), reconociendo su valor y el rol preponderante que posee el profesor. En esta tesis doctoral el objeto de estudio la caracterización del CDC de la alimentación y la nutrición humana a nivel declara profesores de la Secretaría de Educación de Bogotá, quienes enseñan en los niveles básica primaria, secundaria o media; el CDC de dos de éstos profesores fue analizado sus prácticas. Los resultados evidencian la importancia de desarrollar acciones con para cualificar su práctica, reflexionando sobre la relevancia de incluir en la enseñanza y la nutrición humana contenidos de tipo metadisciplinar e involucrar contextuales, para incidir positivamente en la cotidianidad alimenticia y nutricional de l y en su calidad de vida. La investigación aporta conocimiento respecto a modelizar mapeando además de la proporcionalidad de los componentes de dicho conoci complejidad de las relaciones entre los componentes, lo cual favorece los análisis. El presente documento evidencia los resultados de una investigación que analizó el didáctico del contenido (CDC) en profesores universitarios quienes tienen a su cargo relacionadas con riesgo químico, en el marco de carreras asociadas a la seguridad trabajo. La metodología utilizada en el enfoque y desarrollo de la investigación es interpretativo con diseño de estudio de caso. Participan en el proceso tres docentes licenciados y uno es ingeniero. En este contexto se hace un análisis de lo dis metadisciplinar, psicopedagógico y del contexto, como componentes que hacen eme el desarrollado de sus clases. Estos se triangulan a partir de documentos e instrum de técnicas documentales, conversacionales y observacionales. Se identifica la n conocimiento didáctico del contenido de los tres profesores, se realiza una compa dicha naturaleza y se proponen criterios para la enseñanza del riesgo químico, componentes del CDC.
Repositorio UPN	Tesis Maestría	2021	Jairo Alexander Rodríguez Cárdenas	Colombia	Enseñanza del riesgo químico, asociado a la seguridad y salud en el trabajo: análisis de la naturaleza del conocimiento didáctico del contenido en profesores universitarios.	Cárdenas, J. A. (2021). Enseñanza del riesgo químico, asociado a la seguridad y salud en el trabajo: análisis de la naturaleza del conocimiento didáctico del contenido en profesores universitarios. [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional-Universidad Pedagógica Nacional. http://hdl.handle.net/20.500.12209/16377 .	Conocimiento didáctico del contenido, Riesgo Químico, Educación superior	El presente documento evidencia los resultados de una investigación que analizó el didáctico del contenido (CDC) en profesores universitarios quienes tienen a su cargo relacionadas con riesgo químico, en el marco de carreras asociadas a la seguridad trabajo. La metodología utilizada en el enfoque y desarrollo de la investigación es interpretativo con diseño de estudio de caso. Participan en el proceso tres docentes licenciados y uno es ingeniero. En este contexto se hace un análisis de lo dis metadisciplinar, psicopedagógico y del contexto, como componentes que hacen eme el desarrollado de sus clases. Estos se triangulan a partir de documentos e instrum de técnicas documentales, conversacionales y observacionales. Se identifica la n conocimiento didáctico del contenido de los tres profesores, se realiza una compa dicha naturaleza y se proponen criterios para la enseñanza del riesgo químico, componentes del CDC.
Repositorio Univalle	Tesis Maestría	2013	Boris Fernando Candela Rodríguez	Colombia	La captura, la documentación y la representación del CPC de un profesor experimentado y "ejemplar"	Candela, B. F. (2013). La captura, la documentación y la representación del CPC de un profesor experimentado y "ejemplar" acerca del núcleo conceptual de la discontinuidad de la	Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC); Representación del Contenido (CoRe); Repertorio de experiencias Profesionales y	Este estudio aborda la conceptualización del CPC desde una perspectiva anglosajona: captura, documentación y representación del CPC de un profesor experimentado y e del núcleo conceptual de la discontinuidad de la materia, a través de una metodolog interpretativa a manera de estudio de caso, en donde se implementan instrumentos r como la CoRe y los PaP-eRs. Los productos de la investigación que se obtuvieron st cinco PaP-eRs, los cuales retratan los procesos de razonamientos y acciones inte

● Matriz: Documentos totales encontrados sobre CDC en Latinoamérica.

BBB	Fesate	Año	Autores	País	Título	Referencia APA	Palabras Clave	Resumen	Observa
Repositorio UPN	Revista Tecne Episteme y didáxis	2014	Botó Fernando Candela Rodríguez y Robinson Vialara Ortiz	Colombia	Articulando la CoRe y los Pa-PeR al programa educativo por orientación reflexiva: una propuesta de formación para el profesorado de química	Candela Rodríguez, B. F. y Vialara Ortiz, R. (2014). Pa-PeR al programa educativo por orientación reflexiva: una propuesta de formación para el profesorado de química. <i>Tecne. Episteme y Didaxis</i> , TED, (35). https://doi.org/10.17227/01213814.35te	CoRe, PaPeR, aprendizaje a enseñar química; orientación reflexiva; formación docente; conocimiento pedagógico del contenido.	Desde la década del ochenta la comunidad en educación en ciencias ha tenido el interés de investigar sobre el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) de un profesor, para ello han desarrollado instrumentos metodológicos como los videos, la CoRe y los PaPeR. En este artículo de reflexión, a través del estudio de dichos instrumentos metodológicos, se ha llegado a considerar la posibilidad de implementarlos a manera de materiales curriculares para asistir a los profesores en formación en la identificación y el desarrollo del CPC apropiado para la enseñanza de la química. Se sugiere el uso de estos materiales en el marco de un programa para aprender a enseñar química, asumido desde una perspectiva de "orientación reflexiva"	Resaltan la importancia de caracteriz
Repositorio UPN	Revista Tecne Episteme y didáxis	2015	Diana Lineth Parga Lozano	Colombia	Conocimiento didáctico de contenido sobre química verde: El caso de dos profesores universitarios de química	Parga Lozano, D. L. (2015). Conocimiento didáctico de contenido sobre química verde: el caso de dos profesores universitarios de química. <i>Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología - Tecne, Episteme y Didaxis</i> , (38), 167-182.	Conocimiento Didáctico del Contenido (cdc), Química verde, Química sustentable, Ambientalización curricular, Saberes de los profesores	Una de las líneas de interés de los investigadores en educación en ciencias, es la relacionada con la ambientalización de los currículos de formación de profesores, siendo tal ambientalización en la educación más cercana de las ideas de Desarrollo Humano Sustentable (dhs). Por lo tanto, las siguientes consideraciones están enfocadas en los profesores universitarios y la Licenciatura en Química con respecto a los saberes que tienen cuando enseñan la química sustentable, la química ambiental y la química verde, que dependiendo de su abordaje, pueden evidenciar niveles de Ambientalización. Para el desarrollo de la investigación, fue hecho un estudio documental de los eventos nacionales en Brasil sobre Educación química e Enseñanza de la Química. Los trabajos encontrados fueron analizados desde las categorías del conocimiento didáctico del contenido disciplinar, conocimiento metadisciplinar, conocimiento del contexto y conocimiento psicopedagógico. Los resultados muestran que existe un abordaje incipiente de la temática (química verde, sustentable y ambiental) que no permite distinguir o destacar los saberes relacionados, porque estos profesores no recibieron una formación sobre ello; esto permitió ver que los saberes de los docentes universitarios es incipiente y fragmentado; sin embargo el estudio llama atención para motivar investigaciones en este sentido dada la responsabilidad de los docentes de la universidad para formar nuevos profesores en la perspectiva de la ambientalización curricular.	Estudio enfocado en e universi

● Matriz: Documentos seleccionados para la investigación

Código	Metodología	Instrumentos	Modelo que emplea	Carbohidratos	Docente universitario (Población)	Tema	Observación
1	Investigación cualitativa con estudio documental de los eventos nacionales en Brasil sobre Educación química e Enseñanza de la Química	Bases de datos	Modelo complejo de Parga y Mora	N/A	Profesores universitarios	Química sustentable, la química ambiental y la química verde	
2	Perspectiva cualitativa e interpretativa por estudio de caso, análisis realizado por la Teoría fundamentada	observación participante, secuenciadas y temporalizadas por el educador de profesores a lo largo del curso; entrevista semiestructurada a los profesores en formación inicial; encuesta y grupo focal.	Magnusson et al. (1999)	N/A	Profesor en formación inicial	Andamiaje en la construcción de la ReCo tiene el potencial de comenzar a identificar, explicitar y desarrollar el CPC de la química en profesores novatos	
3	El enfoque metodológico es cualitativo, cuasixperimental, con pretest para identificar ideas previas	Pretest / Postest, mapas conceptuales, video introductorio,	N/A	Mermelada casera (gelificación, acción de la pectina) Caramelización de cebolla (reacción de Maillard) Fermentación alcohólica de diferentes frutas.	24 estudiantes de último grado del establecimiento El Trebol, ubicado en zona rural de Chinchiná, Colombia	Bioquímica	La aplicación de la cocina como estrategia para mejorar la enseñanza aprendizaje de la bioquímica permitió dar respuesta a los interrogantes planteados, además se pudo evidenciar dicha evolución en los resultados de pruebas externas (Pruebas Saber 11)
4	Investigación cualitativa	Entrevistas	Chevallard (1985)	N/A	Tres docentes de secundaria	Reacciones orgánicas	
5	Estrategia combinada cualitativa y cuantitativa.	Entrevistas	Magnusson et al. (1999)	N/A	6 Profesores universitarios	Analizar las relaciones entre los aspectos emocionales y cognitivos de la enseñanza de la química cuántica	enfrenta al estudiante a un escenario más real que los problemas modelo a los que están

Anexo 8. Categorización de las Unidades de Registro (UR)

Categorización de Unidades de Registro (UR)

Instrumento 1

¿qué intenta que aprendan los sus estudiantes sobre esta idea?

PROFESOR: Intentó que puedan evidenciar las diferencias y las similitudes que hay entre el concepto glúcido, carbohidrato, qué es un azúcar reductor, qué es un azúcar no reductor, no porque eso tiene sus implicaciones desde el punto de vista químico y con el otro tema que es desde el punto de vista, tratamiento de alimentos, entonces es importante que ellos aprendan esa diferenciación.

ENTREVISTADOR: Por qué es importante que los estudiantes sepan esto?

PROFESOR: Pues básicamente es porque en la actualidad hay mucho manejo que a veces puede ser falso, frente al tema de su incidencia en el metabolismo, en la actualidad se ha satanizado un poco los azúcares, entonces lo mejor es que ellos que pues finalmente van a ser profesores, conozcan muy bien, cómo es ese proceso metabólico y le enseñen a las personas que en un momento dado no necesariamente van a ser químicos o médicos, pero sí que estén informados y no sigan noticias que en un momento dado son falsas, no que estén informados acerca de cuál es esa diferencia y puedan tomar unas decisiones conscientes.

ENTREVISTADOR: ¿Qué cree que le faltaría saber a los estudiantes sobre esta idea?

PROFESOR: Pues es muy difícil saberlo así inicialmente porque se supone que los estudiantes que van a tomar el curso, este curso están en noveno semestre más o menos, entonces uno asumiría que ya tienen algunos conocimientos básicos en la química orgánica

 Yeris Suárez Peña
20:30 2 oct

Conocimiento sustantivo (si)

 Yeris Suárez Peña
17:34 18 oct

CCC: aplicación de lo cotidiano

Instrumento 2

ENTREVISTADOR: desde qué estrategia de enseñanza específica va a enseñar este contenido o qué factores en concreto pone en consideración al decir sobre esa estrategia

PROFESOR: trato de enfocarlo un poco a resolver problemas por ejemplo se plantea el problema de la persona que tiene la diabetes entonces qué podemos hacer ahí si lo que le están recomendando es bien o no Entonces estamos mirando que el estudiante intente dar respuesta a esa problemática pero a veces hay que combinar por ejemplo el impacto que tiene socialmente las enfermedades por altos azúcares Entonces ya hice involucra un poco el tema un poco de las cuestiones sociocientíficas estar conversando sobre esas temáticas sociales y los científicos

ENTREVISTADOR: este tema de carbohidratos es más difícil de enseñar que otros temas y por qué

PROFESOR: yo considero que todas las temáticas que están relacionadas el metabolismo alimentos salud tienen un nivel de dificultad similar precisamente porque si uno se va solamente si uno se centra solamente en la química inorgánica entonces en las reacciones de química inorgánica yo pongo un ácido base yo pongo tal ácido y le pongo la base y la reacción me da sal y agua el problema acá se complica un poco porque estamos involucrando procesos metabólicos que como lo dije son rectas relacionados unos con otros necesitamos la vitamina para que una proteína funcione por ejemplo como una enzima que me va a favorecer el metabolismo del carbohidrato entonces ahí hay una interrelación que es más compleja entonces es relativo este tema

 Yeris Suárez Peña
16:54 20 oct

Estrategia de enseñanza

 Yeris Suárez Peña
16:55 20 oct

Dificultad de enseñanza

Instrumento 3

ENTREVISTADOR: Hubo por ejemplo preguntas de los estudiantes cambio deliberado modificaciones

PROFESOR: Porque hubo muchos comentarios de los mismos estudiantes habían hecho una lectura por ejemplo previa de la relación de enfermedades específicamente cáncer con la dieta que se incluían el tema de las fibras de ahí salió muchos muchos temas de discusión lo que yo esperaba era que empezaran a preguntar cosas por obvias razones yo no sabía que iban a preguntar pero en la medida de lo posible se les dio la respuesta que se generará como esa ese tipo de ejercicio que eso hace también que a veces pues uno tenga que correrse un poquito en los tiempos de los de las temáticas

ENTREVISTADOR: De acuerdo con las temáticas que mencionamos al comienzo considera que los estudiantes aprendieron lo que se esperaba? Y de ser así qué en qué se basa para afirmar eso?

PROFESOR: Bueno ustedes me ponen entre la espada y la pared una cosa es lo que yo pienso lo que vi y lo que con lo que creo que vi pues hago ese supuesto sería interesante preguntarle directamente a ellos ¿Pero cuál es mi percepción? mi percepción es que creo que fue efectivo en la medida de lo posible ya que con relación en la industria de alimentos que los azúcares especialmente los reductores que tienen esa reacción de maillard y le dan esos colores pues ahí se generaron muchas preguntas de parte por ejemplo alguien preguntó si era lo que pasa con las cervezas cuando se hacen los diferentes tipos de cervezas digamos que con esos comentarios que hacían ellos creo que por lo menos entendió y se logró el objetivo



Yeris Suárez Peña
17:18 20 oct

Metodología



Yeris Suárez Peña
17:18 20 oct

Evaluación

Instrumento 4

Hace muchos años no sé si recuerdan en las primeras diapositivas que hice en este semestre, para los años 50s, se cuestionaba para que se consumía la fibra pero pero la fibra hace funciones sobre todo para el movimiento de heces porque eso ayuda a que se elimine el riesgo de cáncer de colon pero no solo eso la fibra se ha salido un poco de ese concepto todos esos carbohidratos superiores dentro de la fibra y se ha ido haciendo algunas diferencias a esto antes se le denominaba fibra cruda porque incluía todos los carbohidratos superiores pero en la actualidad se ha estado dividiendo en fibra dietario, fibra no dietario, algunos casos, fibra soluble fibra insoluble, fibra de gradiente ácido eso qué es



Diego Alejandro Manrique R...
16:24 19 oct

CCM: Creencia metadisciplinar



Yeris Suárez Peña
18:00 20 oct

Conocimiento sustantivo