



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN

TESIS

**CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL PROFESOR DE BIOLOGÍA
PARA ENSEÑAR LAS INTERACCIONES ECOLÓGICAS. UN
ESTUDIO DE CASO EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA
REMOTA DE EMERGENCIA**

PRESENTA

Indira Viridiana Medina Mendoza

PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORA EN INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

TUTORES

Dr. David Alfonso Páez

Dra. Alma Adrianna Gómez Galindo

INTEGRANTE DEL COMITÉ TUTORIAL

Dra. María Guadalupe Pérez Martínez

Aguascalientes, Ags., 6 de junio de 2023

DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO

Fecha de dictaminación dd/mm/aaaa: 06/06/2023

NOMBRE: INDIRA VIRIDIANA MEDINA MENDOZA **ID** 119698

PROGRAMA: DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN EDUCATIVA **LGAC (del posgrado):** Competencias intelectuales y académicas básicas en Educación Media Superior y Superior

TIPO DE TRABAJO: () Tesis () Trabajo Práctico

TÍTULO: CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL PROFESOR DE BIOLOGÍA PARA ENSEÑAR LAS INTERACCIONES ECOLÓGICAS. UN ESTUDIO DE CASO EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA REMOTA DE EMERGENCIA

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): El trabajo de investigación que se presenta realiza un aporte en el estudio del conocimiento profesional del profesor de biología, así como en el estudio del conocimiento didáctico del contenido biológico. Lo anterior es importante para el fortalecimiento de la profesionalización docente y la mejora de la praxis educativa en dicha asignatura. Cabe señalar que la investigación se realizó durante la pandemia por COVID-19 por lo que la información recabada permitió comprender cómo un profesor de biología construyó y empleó su conocimiento para dar clases de manera remota lo que es significativo para la elaboración de modelos de conocimiento del profesor focalizados en la enseñanza a distancia.

INDICAR SI NO N.A. (NO APLICA) SEGÚN CORRESPONDA:

INDICAR	SI	NO	N.A. (NO APLICA)	SEGÚN CORRESPONDA:
<i>Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:</i>				
SI				El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
SI				La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI				Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI				Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI				Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI				El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI				Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
SI				Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI				Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)
<i>El egresado cumple con lo siguiente:</i>				
SI				Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
SI				Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc)
SI				Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
N.A.				Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario
SI				Coincide con el título y objetivo registrado
SI				Tiene congruencia con cuerpos académicos
SI				Tiene el CVU del Conacyt actualizado
SI				Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)
<i>En caso de Tesis por artículos científicos publicados</i>				
N.A.				Aceptación o Publicación de los artículos según el nivel del programa
N.A.				El estudiante es el primer autor
N.A.				El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
N.A.				En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
N.A.				Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
N.A.				La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado:

SI
 No

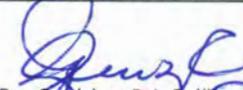
Elaboró:

* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN:

FIRMAS


Dr. Daniel Eudave Muñoz

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO:


Dra. Guadalupe Ruiz Quéjar

* En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del NAB de la LGAC correspondiente distinto al tutor o miembro del comité tutorial, asignado por el Decano

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:


Dr. Alfredo López Ferreira

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:


Mtra. María Zapopan Tejeda Caldera

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.



MTRA. MARÍA ZAPOPAN TEJEDA CALDERA
DECANA DEL CENTRO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

PRESENTE

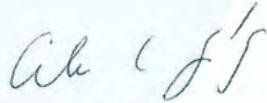
Por medio del presente como **Miembros del Comité Tutorial** designado de la estudiante **INDIRA VIRIDIANA MEDINA MENDOZA** con ID 119698 quien realizó la tesis titulada: ***Conocimiento didáctico del profesor de biología para enseñar las interacciones ecológicas. Un estudio de caso en el contexto de la enseñanza remota de emergencia***, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia damos nuestro consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

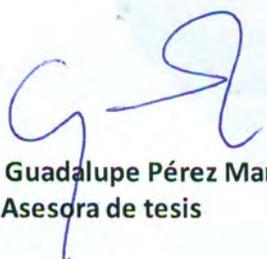
Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, le enviamos un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 12 de diciembre de 2022.


Dr. David Alfonso Páez
Tutor de tesis


Dra. Alma Adrianna Gómez Galindo
Co-Tutora de tesis


Dra. María Guadalupe Pérez Martínez
Asesora de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

[IyCUAA] Aceptación de Artículo, revista IyC UAA

2023-05-04 03:02

Indira Viridiana Medina Mendoza:

Le escribo de parte del Dr. Francisco Javier Pedroza Cabrera, editor de la revista *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* para informarle que su artículo "El maestro de biología y su conocimiento profesional para la enseñanza. Una mirada de tres modelos latinoamericanos" ha sido ACEPTADO para su publicación en la revista.

Esperamos seguir contando con sus contribuciones próximamente.

Saludos y bendecido día.

Dr. Francisco Javier Pedroza Cabrera

Editor de la revista

Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

revistaiyc@correo.uaa.mx

449 910 74 00 Ext. 34113



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por no abandonarme nunca.

A mis abuelitos y a María que me cuidan desde el cielo.

A mi papá, por siempre querer vivir y luchar contra su enfermedad.

A mi mamá, que me cuidó hasta el final.

A mi hermana, por ser la mujer más valiente que conozco.

A mis tutores, David y Adrianna, por su paciencia y dedicación. Este, quizás sea el trayecto académico con más clarososcuros que me ha tocado transitar; a pesar de ello, siempre pude sentir su apoyo, alivio y cercanía. Gracias por los regaños, las risas y el aprendizaje, eso se queda en mi corazón.

A Lupita Pérez, por todos los buenos momentos juntas, las risas, los chismes y las enseñanzas.

A los doctores Guillermo Fonseca y Diana Patricia Rodríguez, por su voluntad para ayudarme a mejorar este proyecto de investigación.

A Lupita Ruiz, por todo lo que hizo por mí durante el posgrado y por mostrarme la calidez humana que debe tener una investigadora educativa.

A Cecy Macías, Daniel Eudave y el profe Chava, por la oportunidad y recibimiento que me dieron.

A mi amigos Elsa, Charlie, y Sofi, sin ustedes no hubiera llegado hasta el final. Gracias por estar conmigo en las buenas y las malas, por escucharme y aconsejarme, por mandarme Tik Toks y hacerme reír. Les amo.

A Christian, mi baby, sabes lo mucho que te quiero, te admiro y significas para mí.

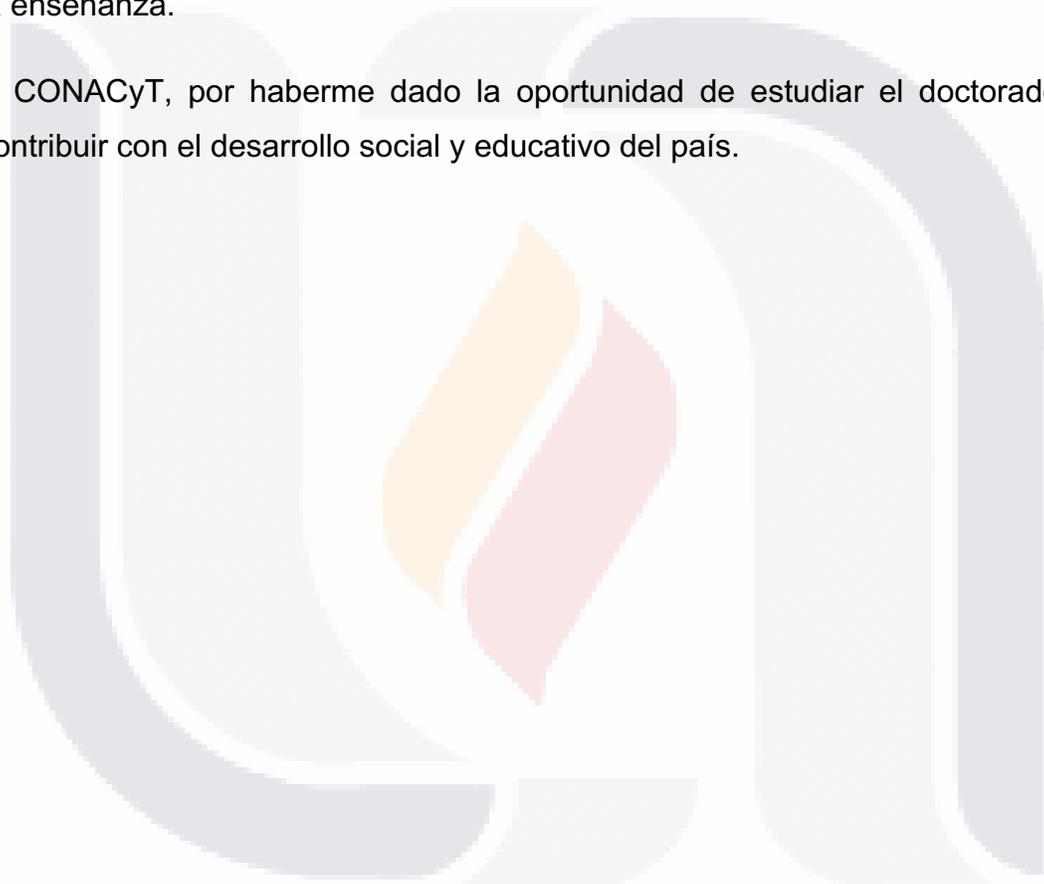
A Iris, mi mejor amiga del posgrado quien siempre estuvo a mi lado para darme ánimos.

A Ernesto, por su infinita ayuda y acompañamiento, esta tesis también es tuya amiguito.

A la Lic. Sandra Margarita Ruiz, por su comprensión y apoyo en los trámites de titulación.

A mis alumnos de primaria, porque no me dejan olvidar la complejidad y belleza de la enseñanza.

A CONACyT, por haberme dado la oportunidad de estudiar el doctorado y así contribuir con el desarrollo social y educativo del país.



DEDICATORIA

Para todos los alumnos, maestros, investigadores y personal educativo que ya no están con nosotros. Para aquellos que se quedaron y, a pesar de las dificultades, cumplieron dignamente su labor formativa.

Y a la hora del naufragio
y la de la oscuridad
alguien te rescatará
para ir cantando.

Cantando al sol como la cigarra
después de un año
bajo la tierra
igual que el sobreviviente
que vuelve de la guerra.

—María Elena Walsh—

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1. Contextualización: la enseñanza de la biología en tiempos de contingencia sanitaria .	12
1.2. Antecedentes	17
1.2.1. El CDC y la enseñanza de las interacciones ecológicas	20
1.2.2. Dificultades del profesor en torno a su CDC para enseñar las interacciones ecológicas	22
1.3. Preguntas de investigación	24
1.4. Objetivo	25
1.5. Justificación	25
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	29
2.1. Introducción	29
2.2. Antecedentes del BTSK	30
2.2.1. Aportaciones de Shulman al conocimiento del profesor de ciencias	30
2.2.2. Aportaciones de Grossman al conocimiento del profesor de ciencias	32
2.2.3. Aportaciones de Magnusson et al. al conocimiento del profesor de ciencias ..	34
2.2.4. Aportaciones de Abell al conocimiento del profesor de ciencias	38
2.2.5. Aportaciones de Park y Oliver al conocimiento del profesor de ciencias	42
2.2.6. Aportaciones de Valbuena al conocimiento del profesor de biología	44
2.2.7. Aportaciones de Fonseca al conocimiento del profesor de biología	47
2.3. Modelo del Conocimiento Especializado del Profesor de Biología	49
2.3.1. Conocimiento de la biología	52
2.3.2. Conocimiento didáctico del contenido	53
2.3.3. Creencias sobre la biología, la enseñanza y su aprendizaje	54
2.4. Enseñanza de la naturaleza de la ciencia	55
2.5. Enseñanza remota de emergencia	60

CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO	65
3.1. Diseño del estudio	65
3.2. Selección del caso	66
3.2.1. Jacobo como informante en la presente investigación	66
3.3. Técnicas e instrumentos para recopilar información	67
3.3.1. Observación no participante	68
3.3.2. Recolección de productos generados para la enseñanza y el aprendizaje	68
3.3.3. Entrevista semiestructurada	70
3.4. Toma de datos	71
3.4.1. Observación de clases sincrónicas	72
3.4.2. Acopio de los productos del maestro y alumnado	73
3.4.3. Entrevista a Jacobo	74
3.5. Análisis de la información	74
3.5.1. Preanálisis	74
3.5.2. Reducción de la información	76
3.5.3. Extracción de conclusiones	83
3.6. Consideraciones éticas	83
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS	85
4.1. Enseñanza de las interacciones ecológicas en el aula remota de Jacobo	85
4.1.1. Secuencia didáctica en las clases remotas de Jacobo	88
4.2. Conocimiento didáctico y disciplinar de Jacobo para enseñar las interacciones depredador-presa	90
4.2.1. ¿Cómo emplea el profesor de biología su CDC en la ERE para enseñar en secundaria las interacciones ecológicas (depredador-presa)?	94
4.2.1.1. Las estrategias de enseñanza: ir de lo concreto a lo abstracto	94
4.2.1.2. Uso de organizadores gráficos	104
4.2.1.3. La gestión del aula en la clase de Jacobo	107
4.2.2. ¿Qué aspectos de los alumnos utiliza el profesor en las actividades implementadas durante la ERE para enseñar las interacciones ecológicas (depredador-presa)?	111
4.2.2.1. Conocimientos previos	111
4.2.2.2. Inferencias de los alumnos	114
4.2.2.3. Dificultades de los alumnos	115

4.2.2.4. Experiencias de los alumnos fuera del aula	122
4.2.3. ¿Qué aspectos del currículo se presentan en la práctica del profesor durante la ERE para enseñar las interacciones ecológicas (depredador-presa)?	125
4.2.3.1. Aprendizaje esperado	125
4.2.4. ¿De qué manera el conocimiento que tiene el profesor sobre las interacciones ecológicas (depredador-presa) y la NdC orientan su didáctica en la ERE?	126
4.2.4.1. Explicación de conceptos	126
4.2.4.2. Explicación de leyes y modelos	132
4.2.4.3. Dimensión histórica y generación de conocimiento	134
4.2.4.4. Finalidad de la biología	136
4.3. Características del CDC de Jacobo para enseñar las interacciones ecológicas (depredador-presa)	137
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	144
5.1. Jacobo y su conocimiento didáctico para impartir las interacciones depredador-presa y su relación con el equilibrio ecológico	144
5.1.1. Sobre el uso del CDC en el aula remota	144
5.1.2. Sobre el CDC y los alumnos de Jacobo	151
5.1.3. Sobre el CDC y el currículo	153
5.2. Jacobo y su conocimiento de la biología: la NdC y las relaciones depredador-presa y el equilibrio ecológico	154
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES	156
6.1. Introducción	156
6.2. Conocimiento didáctico del contenido del profesor Jacobo en la ERE	156
6.2.1. Uso de estrategias de enseñanza	156
6.2.2. Consideración de las características del estudiante	157
6.2.3. Consideraciones curriculares	158
6.3. Dominio del contenido y la NdC	159
6.4. El BTSK como un modelo para comprender el CDC del profesor en pandemia	159
6.5. Principales logros de la investigación	160
6.6. Limitantes de la investigación	160
6.7. Sugerencias derivadas de estudiar el CDC a través del BTSK	162
6.8. Futuras líneas de investigación	163

REFERENCIAS 164



ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1. Actividades realizadas durante la contingencia por estudiantes de educación básica (secundaria y primaria) en México	15
Figura 2.1. Categorías del Conocimiento Base del Profesor de Shulman (1987)	31
Figura 2.2. Modelo del Conocimiento del Profesor de Grossman (1990)	33
Figura 2.3. Componentes del modelo asociado al CDC del profesor de ciencias de Magnusson et al. (1999)	35
Figura 2.4. Modelo del Conocimiento del Profesor de Ciencias de Abell (2007)	39
Figura 2.5. Modelo Hexagonal del Conocimiento Didáctico del Contenido para la Enseñanza de las Ciencias de Park y Oliver (2008)	44
Figura 2.6. Modelo del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología de Valbuena (2011)	46
Figura 2.7. Modelo del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología de Fonseca (2018a, 2020a)	48
Figura 2.8. Conocimiento Especializado del Profesor de Biología (BTSK) de Luís y Carrillo (2020)	50
Figura 2.9. Marco de acciones para la ERE de Rappoport et al. (2020) y Whittle et al. (2020)	61
Figura 3.1. Ejemplo de interacción de Jacobo con sus alumnos a través de la plataforma Google Classroom recabada como producto	69
Figura 3.2. Trabajo de unidades analíticas en hojas de cálculo	77
Figura 3.3. Proceso de elaboración de categorías para el CDC de profesor de biología en la ERE	78
Figura 4.1. Captura de pantalla del inicio de las sesiones de clases en línea en las que Jacobo trabajó el equilibrio de los ecosistemas y la relación depredador-presa	87
Figura 4.2. Secuencia didáctica de Jacobo para enseñar las interacciones depredador-presa y su papel en el equilibrio de los ecosistemas	92
Figura 4.3. Diapositiva empleada por Jacobo para introducir los conceptos de depredador y presa	95

Figura 4.4. Gráfica empleada por Jacobo para representar la dinámica de las poblaciones depredador-presa 99

Figura 4.5. Participación de los alumnos y de Jacobo en la sesión 1 (concreto-abstracto) 102

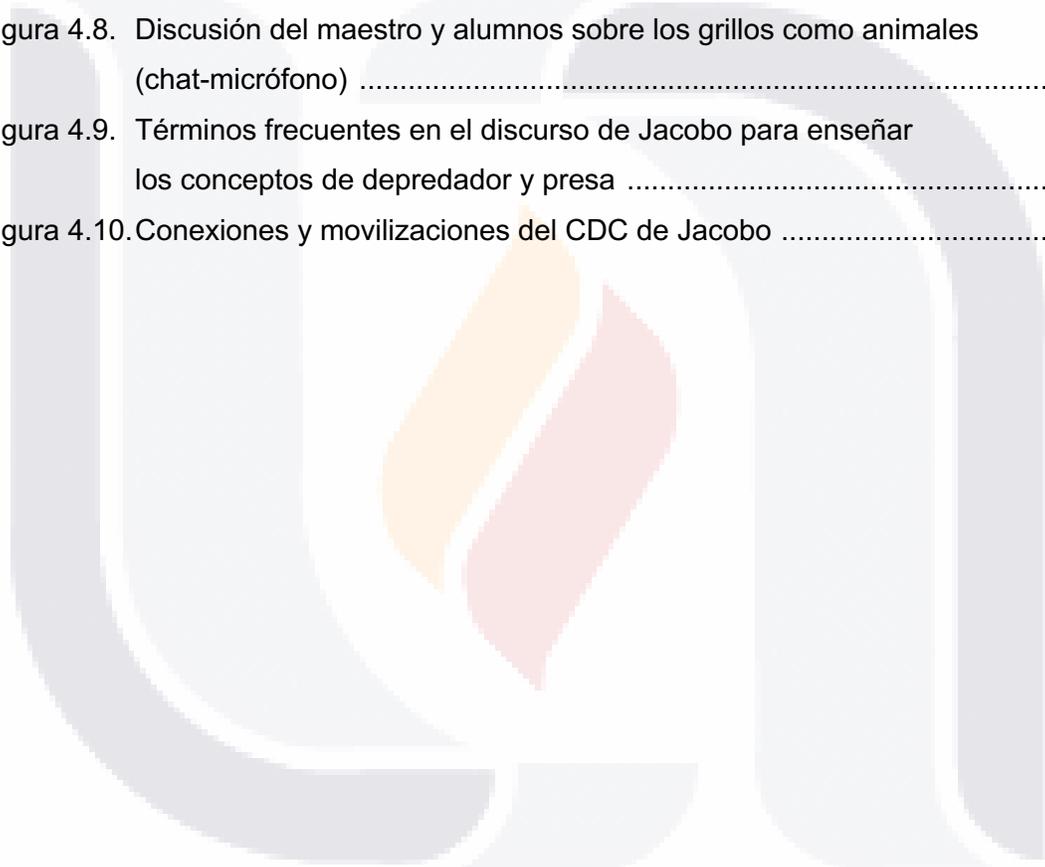
Figura 4.6. Participación de los alumnos y de Jacobo en la sesión 2 (concreto-abstracto) 103

Figura 4.7. Ejemplos de los cuadros sinópticos elaborados por los estudiantes de Jacobo 105

Figura 4.8. Discusión del maestro y alumnos sobre los grillos como animales (chat-micrófono) 109

Figura 4.9. Términos frecuentes en el discurso de Jacobo para enseñar los conceptos de depredador y presa 127

Figura 4.10. Conexiones y movilizaciones del CDC de Jacobo 139



ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1. Cuestiones de la NdC para la enseñanza de las ciencias Naturales	57
Tabla 3.1. Horario de las clases sincrónicas en las Jacobo fue observado durante la ERE	67
Tabla 3.2. Aspectos abordados en el guion de entrevista para Jacobo	71
Tabla 3.3. Contenidos abordados por Jacobo en las clases sincrónicas observadas	73
Tabla 3.4. Materiales seleccionados para su análisis posterior.....	75
Tabla 3.5. Símbolos empleados en la transcripción de las videograbaciones y las entrevistas	76
Tabla 3.6. Categorías de análisis del CDC del profesor de biología en pandemia	79
Tabla 3.7. Categorías de análisis del conocimiento de la biología del profesor en pandemia	80
Tabla 3.8. Matriz para analizar las clases de Jacobo a partir de las categorías validadas	82
Tabla 4.1. Características y categorías de análisis del conocimiento de Jacobo para enseñar las interacciones depredador-presa en el equilibrio del ecosistema	91
Tabla 4.2. Conocimiento de Jacobo para enseñar la interacción depredador-presa, así como su papel en el equilibrio de los ecosistemas	92
Tabla 4.3. Dificultades de los alumnos sobre seres vivos de la Sierra Fría y clasificaciones de algunos organismos	121
Tabla 4.4. Características de depredadores abordados en la clase de Jacobo	129
Tabla 4.5. Significado y características de presa abordados en la clase de Jacobo ...	131
Tabla 4.6. Códigos para los componentes del conocimiento especializado	138

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar el conocimiento didáctico de un profesor de biología al enseñar el contenido de las interacciones ecológicas, a alumnos de primer grado de secundaria (estudiantes de 12 años de edad) durante el confinamiento social derivado del coronavirus en México. En la investigación participa un profesor de biología, como estudio de caso, perteneciente a una escuela secundaria privada del estado de Aguascalientes (México), quien fue observado al impartir el tema de las interacciones ecológicas durante el aislamiento social a través de la plataforma *Meet*, posteriormente fue entrevistado sobre lo ocurrido en las clases. Además, se recabaron los productos que el docente generó para su enseñanza y los generados por los alumnos para su aprendizaje. Los resultados muestran que el conocimiento didáctico del maestro para enseñar este contenido se caracterizó por el uso de estrategias didácticas (ir de lo concreto a lo abstracto, organizadores gráficos y la administración del aula remota), la gestión de los conocimientos previos, experiencias, dificultades e inferencias de los alumnos, así como la consideración de los objetivos de aprendizajes curriculares, el dominio del contenido y el uso de algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia que guiaron su práctica durante la enseñanza remota. Todo lo anterior, se encaminó al favorecimiento del aprendizaje del estudiante sobre las interacciones depredador-presa. Es necesario llevar a cabo investigaciones sobre el CDC del profesor de biología con respecto a las interacciones ecológicas, ya que su enseñanza es importante para la formación académica y ciudadana del alumno.

ABSTRACT

This study has the purpose of characterizing the pedagogical knowledge of a biology teacher when teaching ecological relationships to 12-year-old students in secondary school during the lockdown in Mexico. A biology teacher participates as a case study; he gives lessons in a private secondary school located in the state of Aguascalientes (Mexico). He was observed when teaching ecological interactions through Meet platform. After the observation, he was interviewed about his practice and the events occurred in class. In addition, the products that the teacher created for his teaching, and those generated by the students for their learning, were collected. The results show that the teacher's pedagogical knowledge to teach this content was characterized by the use of pedagogical strategies (going from the concrete to the abstract, graphic organizers and remote classroom management), administration of previous knowledge, experiences, difficulties and inferences of the students as well as the inclusion of learning objectives, content domain and the use of some aspects related to nature of science which guided his practice during remote teaching. All this was aimed to promote student's learning about ecological interactions. It is necessary to carry out research regarding to the CDC of the biology teacher with respect to ecological interactions since his teaching is important for the academic and citizen education of the student.

INTRODUCCIÓN

A finales del año 2019, el mundo entero presenció el surgimiento de una nueva enfermedad en la provincia industrial de Wuhan, China (Sintema, 2020). Esta enfermedad pronto se regó por el mundo sacudiendo la vida de las personas, quienes repentinamente dejaron de abrazar a sus seres queridos, se recluyeron en sus casas e integraron a sus objetos personales las mascarillas y demás aditamentos de higiene para frenar la dispersión de la enfermedad. Para proteger a su población, los gobiernos decidieron hacer un cambio en los procesos que se venían haciendo en los sectores públicos y privados, siendo uno de los más importantes el educativo. Ante el embate de la pandemia, las escuelas dejaron de prestar sus servicios de manera presencial y se trasladaron al hogar del alumno, transitando de esta manera hacia una modalidad educativa desconocida e incierta: la enseñanza remota de emergencia (ERE).

Este cambio de paradigma pedagógico, vino acompañado de nuevos planteamientos y cuestionamientos hacia todo lo que forma parte del universo educativo como la práctica del profesor. Al respecto, Meirieu (Consejo Mexicano de Investigación Educativa [COMIE], 2021) trazaba en su conferencia para el CNIE XVI¹ sobre educación y pandemia, la necesidad de generar debates en torno al docente y su inclusión en proyectos centrados en la solidaridad entre los seres humanos y el planeta. El pedagogo también enfatizó el replanteamiento del conocimiento que posee el maestro para realizar procedimientos de enseñanza estandarizados y para involucrar a los alumnos con el contenido.

En este tenor, la presente investigación es de corte cualitativo y tiene como objetivo acercarse al conocimiento didáctico del profesor para enseñar el tema de las interacciones ecológicas, dicho contenido es indispensable para comprender el funcionamiento de los ecosistemas naturales; en especial, esta investigación busca caracterizar el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) del profesor de biología, del nivel secundaria, a través de su empleo en la ERE derivada luego de la pandemia por la enfermedad del coronavirus. Para ello, el estudio aquí reportado está dividido en seis capítulos los cuales dan cuenta de la problemática, los planteamientos teóricos y metodológicos, desarrollo, resultados y conclusiones. En seguida, se describe de manera general cada uno de ellos:

¹ El Congreso Nacional de Investigación Educativa en su edición XVI, se celebró en la ciudad de Puebla del 15 al 22 noviembre de 2021.

En el Capítulo 1 se presenta el planteamiento del problema del estudio, se conforma por lo antecedentes, la problemática que se pretende atender, la justificación y las preguntas que orientan este trabajo. Por su parte, el Capítulo 2 está centrado en desvelar los referentes teóricos que sustentan la investigación. Como marco teórico, se retomó el modelo del Conocimiento Especializado del Maestro de Biología (BTSK, *Biology Teacher's Specialized Knowledge*) de Luís y Carrillo (2020).

En el Capítulo 3 se describe el diseño metodológico de la presente investigación, se toma el estudio de caso como método idóneo para tener una aproximación al CDC del profesor en el contexto de la ERE; además, en el capítulo se describe al profesor participante, los instrumentos utilizados para el acopio de datos, el proceso que se implementó para la toma de datos, el tipo de análisis que se hizo con la información recabada, así como los aspectos éticos tomados en cuenta durante el desarrollo esta investigación.

Asimismo, el Capítulo 4 muestra el análisis del conocimiento didáctico del profesor para enseñar el contenido de las interacciones ecológicas durante la ERE a través de un caso de estudio. El análisis está centrado en mostrar el CDC a través de las estrategias de enseñanza, así como los aspectos disciplinares, curriculares y del alumno que considera en su práctica.

En el Capítulo 5 se desarrolla una discusión en torno a los resultados obtenidos en este estudio en torno al conocimiento didáctico de un profesor en pandemia en términos de estrategias de enseñanza, los estudiantes, el currículo, la disciplina biológica y la naturaleza de la ciencia (NdC). Por su parte, en Capítulo 6 desglosa las conclusiones del estudio a partir de los resultados y la discusión, se presenta también una reflexión sobre las limitaciones y alcances presentados durante el desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El capítulo está centrado en plantear el problema de investigación, se desglosa en cinco apartados en el siguiente orden: contextualización del estudio, antecedentes, preguntas de investigación, objetivo y justificación. En el apartado de contextualización se presenta un panorama general de la situación del profesor de biología durante el confinamiento social derivado de la pandemia por coronavirus. En los antecedentes se plantea, en un primer momento, la importancia de la alfabetización biológica dentro de la enseñanza de la biología, su relación con el conocimiento del profesor y las interacciones ecológicas; además, como segundo momento, se presentan investigaciones sobre el conocimiento didáctico del profesor en torno a las interacciones ecológicas. En relación con las preguntas de investigación, se plantea una general y cuatro específicas que, en su conjunto, permiten derivar en el objetivo del estudio. El capítulo concluye con la justificación que sustenta la importancia de estudiar al profesor en términos de su conocimiento didáctico, en torno a las interacciones ecológicas en el contexto de la pandemia.

1.1. Contextualización: la enseñanza de la biología en tiempos de contingencia sanitaria

A finales del mes de diciembre de 2019, expertos en el área de la salud identificaron el brote de una nueva enfermedad en China causada por el virus SARS-CoV-2² que se extendió a casi 50 países³ en menos de dos meses (Yi et al., 2020). En México, el primer caso confirmado se detectó el 27 de febrero de 2020 (Suárez et al., 2020). Esta enfermedad, también conocida como COVID-19⁴, se transmite de persona a persona a través de micro gotas expulsadas por secreciones nasales y salivales que provocan infecciones asintomáticas, sintomáticas e, incluso, el fallecimiento del paciente (Revel, 2020). Para evitar la propagación de la COVID-19, se han puesto en marcha medidas preventivas: sanitización de lugares, lavado frecuente de manos, uso de cubrebocas, distanciamiento social, por mencionar algunas.

² Abreviación del inglés *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (Coronavirus de Tipo 2 Causante del Síndrome Respiratorio Agudo Severo) (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021a).

³ En 2021 más de 230 países se vieron afectados por este virus (OMS, 2021b).

⁴ Abreviación en inglés para hacer referencia a la enfermedad por Coronavirus 2019 (*Coronavirus Disease 2019*) (OMS, 2021a).

La pandemia por la COVID-19 y el confinamiento han significado un cambio en la dinámica social y las distintas actividades humanas, entre ellas, la educación. En la mayoría de los países, entre los que se encuentra México, la contingencia sanitaria obligó a las escuelas a cerrar de manera temporal, lo que orilló al profesorado a enseñar sin interacción presencial y fuera de las aulas escolares, hecho que ha representado un auténtico *test de estrés*⁵ (Luengo y Manso, 2020). Para superar esta prueba, maestros y autoridades educativas recurrieron a la ERE que, como lo plantean Whittle et al. (2020), es una respuesta educativa provisional e inmediata que se da ante situaciones inesperadas de crisis. En un periodo corto, las actividades del aula se transformaron en actividades a distancia (Morales, 2020), donde el profesor tuvo que apoyarse de los recursos a su alcance para continuar con su menester educativo y, a su vez, atender las medidas de aislamiento social para frenar el coronavirus.

Para Ruiz (2020), este escenario educativo fue un desafío para la capacidad de adaptación del profesor, quien tuvo que reflexionar y replantear sus prácticas cotidianas de enseñanza para adecuarlas al contexto de la ERE. En el caso de los profesores de biología, el mayor reto que enfrentaron durante esta contingencia sanitaria fue “[el] [...] educar a sus estudiantes con conocimiento y trabajo práctico que es primordial para la enseñanza de la biología” (Wolinsky, 2021, p. 1), y que se vio afectado luego del cierre de laboratorios, espacios escolares y espacios al aire libre. Esto llevó a los profesores de biología a tener que adaptar sus actividades prácticas o proponer nuevas actividades que se pudieran implementar en dicha situación educativa, de modo que les permitiera a los estudiantes interactuar y conocer la naturaleza en la medida de lo posible.

Como ejemplo de las adaptaciones hechas por maestros de biología a las actividades prácticas durante la ERE, Sherrer (2020) reportó la experiencia de transitar del laboratorio físico al laboratorio virtual para realizar experimentos con estudiantes de universidad que ilustren las reacciones bioquímicas que ocurren durante la fotosíntesis; por su parte, Thibaut y Schroeder (2020) encontraron en alumnos universitarios que las actividades experimentales de la clase de bioquímica fueron reemplazadas por el estudio de casos para identificar aminoácidos desconocidos. Lo anterior muestra que las actividades de naturaleza experimental y práctica son necesarias para el aprendizaje de la biología (Abrahams, 2011) y, por el contexto educativo que prevaleció por el confinamiento, tuvieron

⁵ *Test de estrés* hace referencia al hecho de enseñar de manera remota prescindiendo de la comunicación presencial entre docentes, alumnos y demás actores educativos (Luengo y Manso, 2020).

que adaptarse a la ERE, tratando de que los estudiantes interactuaran con el fenómeno natural sin salir de casa (Franchi, 2020; Thibaut y Schroeder, 2020), hecho que representó un reto para los maestros de biología.

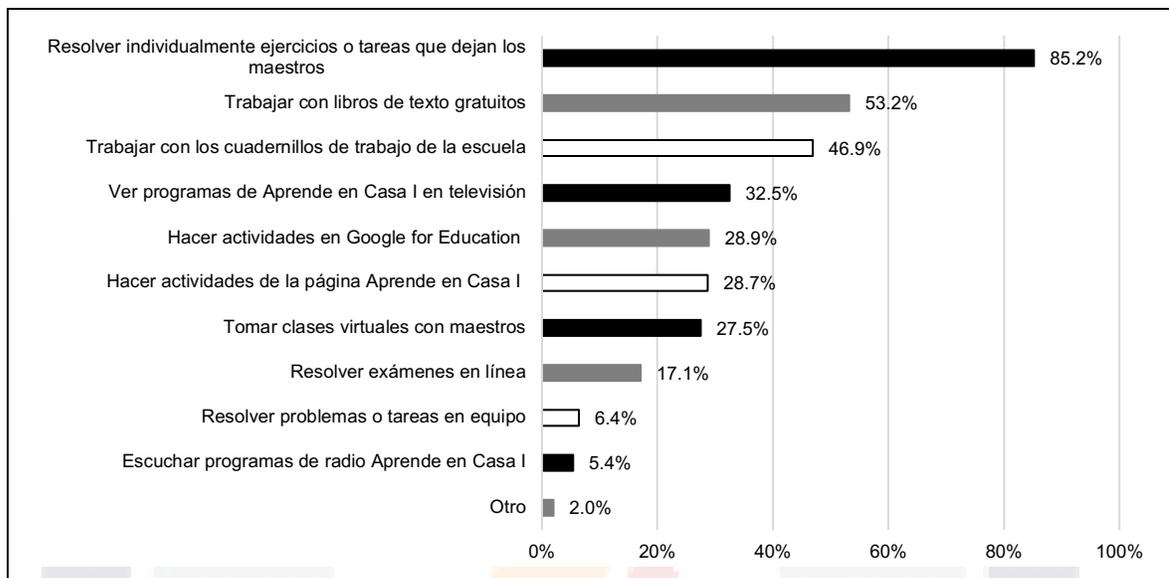
En el contexto mexicano se dio algo similar, por ejemplo, en la investigación elaborada por Urzúa et al. (2020), donde participaron 56 alumnos que cursaban la asignatura de microbiología experimental, se reportó que los profesores cambiaron las actividades de laboratorio por el uso de videos, tutoriales, elaboración de proyectos, interpretación de resultados obtenidos en semestres anteriores, clases a través de plataformas de videoconferencias, entre otros recursos, para continuar enseñando temas relacionados con la biología durante la ERE. La mayoría de los estudiantes que participaron en esta investigación percibieron no haber alcanzado los objetivos de aprendizaje de la asignatura al no desarrollar habilidades prácticas durante la ERE. Esta percepción es congruente con otros estudios (e.g., Dorn et al., 2020; Engzell et al., 2021; Sabates, 2021), que reportan una pérdida de aprendizajes a pesar de las adaptaciones para la enseñanza a distancia, por lo que se vuelve un dilema para los profesores pensar en actividades que logren mitigar, en alguna medida, los estragos de la pandemia en términos educativos.

Para contrarrestar la pérdida de aprendizajes en México, los profesores recurrieron a diversos recursos y actividades remotas; por ejemplo, en un estudio cuantitativo realizado por la Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (Mejoredu, 2020) con casi 35 000 alumnos de secundaria y primaria –sector público y privado– se reveló que los contenidos, o temas, curriculares se abordaron a través de actividades como la resolución de ejercicios, el uso del libro de texto, el trabajo con cuadernillos, el programa de televisión educativa *Aprende en casa*⁶, entre otros (ver Figura 1.1). Aunque este acercamiento no fue exclusivo de la asignatura de biología, es probable que algunos docentes de la disciplina en educación básica hayan recurrido a este tipo de actividades para adaptar el trabajo que comúnmente se hacía de forma presencial al contexto de la ERE.

⁶ Para sobrellevar la ERE en México, la Secretaría de Educación Pública (SEP) desplegó la estrategia *Aprende en casa*, que consiste en una plataforma digital donde los profesores tienen acceso a fichas de trabajo y actividades de los libros de texto vigentes y gratuitos, así como lecturas adicionales y enlaces a videos educativos en la plataforma virtual *YouTube* (Navarrete et al., 2020). Esta estrategia también contempló la radio y la televisión educativas para tratar los contenidos curriculares de las asignaturas obligatorias en toda la educación básica (Orozco, 2020).

Figura 1.1.

Actividades realizadas durante la contingencia por estudiantes de educación básica (secundaria y primaria) en México. Los resultados están en porcentajes



Nota. Los porcentajes no suman 100% porque los estudiantes encuestados tuvieron la posibilidad de elegir más de una opción. *Fuente:* Mejoredu (2020, p. 17).

Hasta antes de la COVID-19, en México, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) servían generalmente como un apoyo a las clases presenciales y tenían la finalidad de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Sosa-Escalante et al., 2020), así como favorecer el interés hacia las ciencias (Blancas y Rodríguez, 2013). A raíz del aislamiento social, la tecnología pasó de ser un apoyo al medio principal a través del cual la mayoría de los profesores de las distintas asignaturas desarrollaron sus prácticas de enseñanza. De acuerdo con Mejoredu (2020), un alto porcentaje de maestros mexicanos de educación básica (secundaria y primaria), donde se incluyen docentes de biología, usaron los servicios de mensajería instantánea (e.g., *WhatsApp*), videollamadas, correo electrónico y plataformas educativas (e.g., *Google for Education* y *Aprende en casa*) para enseñar de manera remota. A pesar de lo novedoso que podría resultar la integración de las TIC para enseñar biología durante la ERE en México, Urzúa et al. (2020) reportaron la implementación de metodologías tradicionalistas en las aulas remotas, donde predominó la transmisión de conocimientos y una imagen positivista de la ciencia por medio de las TIC.

A pesar de ello, los docentes mexicanos han demostrado interés en adquirir y mejorar sus conocimientos sobre las TIC y la enseñanza remota (Zamora-Betancourt et al., 2021), además, la ERE les ha proporcionado conocimientos sobre las tecnologías que pueden ser

aprovechados en sus clases frente al grupo. En el caso del profesorado de biología, el conocimiento sobre las TIC abre la posibilidad de transformar la enseñanza de las ciencias al emplearlas como herramientas “desde una perspectiva constructivista, en el marco de una ‘nueva visión de la ciencia’” (Urzúa et al., 2020, p. 1).

Las adaptaciones que los profesores de biología han realizado a sus prácticas de enseñanza y la inclusión casi obligatoria de las TIC durante la ERE representan desafíos que ellos no habían afrontado previamente, por lo que han generado nuevas experiencias pedagógicas. Desde una mirada constructivista, las experiencias dan paso a nuevos conocimientos, ya que, para comprender las vivencias, se requiere un esfuerzo mental que transforme la información que se tiene y las experiencias en nuevas comprensiones que ayuden a entender lo vivido (Pritchard y Woollard, 2010). Esto supone que el profesor adquiera conocimientos nuevos a partir de la experiencia que le dejan el diseño, adaptación e implementación de actividades dentro de las condiciones que dicta el contexto educativo actual. En relación con lo anterior, los conocimientos de los docentes de biología tienen un papel importante en el desarrollo de la ERE (Juanda et al., 2021).

En otro orden de ideas, los maestros trabajaron en un contexto que subyace a las desigualdades tecnológicas (Gallardo, 2020; Lloyd, 2020), a la preparación académica de los padres de familia (Cifuentes-Faura, 2020), a la falta de motivación de los alumnos para aprender de forma remota y a los problemas asociados con la salud emocional y física derivados del confinamiento social y la COVID-19 (Dussel, 2020; Moorhouse, 2020; Reiss, 2020). Al respecto, Fernández et al. (2020) argumentan que el profesor experimenta una constante tensión con lo que se le demanda enseñar y la realidad educativa, y tales vivencias lo empujan a buscar soluciones que se traducen en conocimientos pedagógicos nuevos que se articulan a su conocimiento base para la enseñanza (Phillips y Harris, 2018). De esta forma, el profesor de biología adquiere nuevo conocimiento que lo lleva a desarrollar recursos para resolver las principales dificultades de su trabajo (Ball et al., 2001), como lo es durante la ERE.

En relación con el conocimiento base para la enseñanza, Shulman (1986, 1987) argumenta que este se conforma de diferentes categorías de conocimientos entre los que destaca el CDC⁷, el cual está relacionado con las estrategias de enseñanza y

⁷ El término *Conocimiento Didáctico del Contenido* es una adaptación del inglés *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) empleado por primera vez por Shulman (1986, 1987). Aunque el PCK se traduce literalmente al español como *Conocimiento Pedagógico del Contenido* se optó por la locución *Conocimiento Didáctico del*

representaciones necesarias para que los profesores enseñen un tema. Ante la exigencia de tener que continuar con la enseñanza, como lo es durante la ERE, los maestros acudieron a su bagaje de CDC para desarrollar estrategias y representaciones que pudieran llevarse a cabo de manera remota y de esta forma trabajar los contenidos curriculares.

Park y Oliver (2008) agregan que el CDC de los maestros se puede reconstruir y transformar debido a las experiencias y reflexiones del profesor durante y después de la enseñanza de un contenido; además, apuntan a la importancia del papel del entorno de aprendizaje y el contexto social en el CDC. Durante el confinamiento, los profesores implementaron la ERE en un contexto de incertidumbre, estrés laboral e inequidad social y educativa (Ruiz, 2020). De acuerdo con Park y Oliver (2008), estas situaciones pudieron haber provocado un cambio o reajuste en el CDC del maestro de biología. Acercarse a estas transformaciones del CDC ayudaría a comprender la raíz de las decisiones y acciones didácticas del profesorado en la ERE (Marques et al., 2021b).

De acuerdo con lo antes expuesto, la presente investigación toma como objeto de estudio el CDC del profesor de biología en el contexto de la ERE, específicamente, en la enseñanza remota del tema de las *interacciones ecológicas*, el cual es uno de varios contenidos asociados a la ecología que aparecen en el currículo escolar mexicano de biología en educación de secundaria (SEP, 2017).

1.2. Antecedentes

La educación, entendida como un acto colectivo, tiene el fin de proveer al estudiante de habilidades, herramientas y conocimientos para su desarrollo personal en medio de una sociedad y naturaleza que le demandan una participación cívica, política, cultural y científica (Bazdresch, 2010). La finalidad descrita, ya de por sí difícil, se complejiza aún más si se consideran los adelantos en la ciencia y la tecnología además de la diversidad cultural, económica, política, lingüística, ideológica e inclusive religiosa a las que está sujeta la educación. En ese tenor, la didáctica de la biología ha puesto en el centro del proceso de enseñanza a la alfabetización científica (“formación científica dirigida a todos los ciudadanos”, Miembla, 2011, p. 128).

Contenido dadas las valoraciones que se hacen de los términos *pedagogía* y *didáctica* en el contexto educativo e investigativo iberoamericano (Lorenzo et al., 2014). Es posible encontrar investigaciones en español con ambas traducciones para referirse al mismo concepto.

El propósito de la alfabetización científica es hacer que el alumno comprenda, decida y participe en un mundo que es complejo, que cambia rápidamente y que está innegablemente ligado a la ciencia (Semilarski y Laius, 2021). En el caso de la biología, la alfabetización científica coadyuba en la mejora de la calidad de vida e incide en el cuidado de la salud física y mental, la conducta humana, la relación con el ambiente y la comprensión de temas políticos, sociales y culturales (Mosquera et al., 2021). Por ejemplo, la situación que enfrenta la humanidad por la COVID-19 ha generado en redes sociales una álgida discusión entre grupos provacunas y antivacunas enmarcada en un contexto de infodemia, de modo que el alumno con limitaciones en su formación biológica posiblemente se verá en desventaja para discernir entre información verificable y aquella que no lo es, además de presentar dificultades en la toma de decisiones que podrían afectar su integridad física y la colectiva, en este caso, vacunarse o no contra la COVID-19 (Consuegra-Fernández, 2020). De aquí la importancia de que el profesor contemple la alfabetización biológica dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, tanto de manera presencial como a distancia.

Para trabajar la alfabetización científica en la escuela, no basta con que el profesor enseñe los conceptos centrales, también debe abordar aspectos como la sostenibilidad⁸, y la naturaleza de la ciencia (NdC) (Pedrianaci, 2011; Semilarski y Laius, 2021). En lo que respecta a la sostenibilidad, Zarta (2018) considera que la enseñanza de este aspecto es indispensable para que el alumno replantee su relación con la naturaleza a través de la articulación de aspectos culturales, sociales, ambientales, ecológicos, económicos y de valores; por su parte, Nolet (2017) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2018) añaden la relevancia de favorecer en los alumnos el análisis de situaciones ambientales de origen local e internacional, así como el respeto e integración de las diferentes opiniones y perspectivas para la toma de decisiones que contribuyan a la sostenibilidad. Lo anterior muestra que el profesor de biología, como parte de su didáctica, debe promover la responsabilidad, respeto, cuidado y aprecio hacia la naturaleza y los seres vivos que coexisten en ella, incluyendo a la especie humana.

En relación con la NdC, Manassero et al. (2001) aseveran que este aspecto favorece en el alumno su comprensión sobre la naturaleza del conocimiento científico, la relación de

⁸ La sostenibilidad consiste en la toma de decisiones y conducta responsables hacia el cuidado del ambiente (Semilarski y Laius, 2021). Cuando se habla de desarrollo sostenible se hace alusión a la capacidad de satisfacer las necesidades humanas de manera sostenida, es decir, cuidando que los recursos naturales no se agoten (Rivera-Hernández et al., 2017).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ciencia y tecnología, así como aspectos relacionados con la sociología interna y externa de la ciencia. Asimismo, Widowati et al. (2017) consideran que la NdC juega un rol importante en el proceso de alfabetización biológica del estudiante, ya que lo dota de una comprensión sobre la disciplina en términos epistemológicos, culturales, morales y éticos. Dicha comprensión “[equipa al alumno] con la habilidad de interesarse y responder a los retos y problemas que plantea la sociedad” (Widowati et al., 2017, p. 2). En este sentido, es indispensable que el profesor reconozca y aborde en el salón de clases la NdC.

La carencia del conocimiento por parte del profesor sobre la NdC derivaría en una enseñanza fragmentada, al no poseer los cimientos que sostienen la didáctica de esta ciencia. Los contenidos o temas no se pueden enseñar de manera aislada, es menester del profesor conocer y articular la dimensión histórica, social y epistemológica de los mismos. “La inclusión de los contextos sociológico, político, organizativo, y económico de la ciencia en educación en la educación científica podría animar a participar a estudiantes de diversos orígenes, y mejorar su interés y compromiso con la ciencia” (Erduran y Dagher, 2014, p. 160).

En otro orden de ideas, Cañal (2011) afirma que, para una enseñanza orientada hacia la alfabetización científica, el profesor de ciencias ha de disponer de un conocimiento profesional que se conforma de tres dominios principales:

- Dominio de los fundamentos epistemológicos, psicológicos e históricos de la disciplina.
- Dominio sobre la disciplina científica que se quiere enseñar.
- Dominio de los fundamentos de la didáctica de la disciplina.

De acuerdo con lo anterior, el profesor de biología precisa de un conocimiento profesional para fines de una alfabetización científica (Escudero-Ávila y Carrillo, 2020), el cual comprenda su conocimiento del contenido, dominio sobre la NdC y sobre la didáctica de la biología. En este punto, el CDC cobra relevancia ya que representa la comprensión didáctica de un contenido particular que posibilita su enseñanza (Abell, 2008). Para alcanzar dicha comprensión, es indispensable el conocimiento del contenido del profesor ya que le provee de fundamentos para elegir las estrategias de enseñanza y explicaciones que mejor representen el contenido a enseñar (Mochón y Morales, 2010), y a la NdC que proporciona al maestro de imágenes y representaciones científicas idóneas para impartir un tema dentro de un contexto epistemológico, histórico y social (Abd-El-Khalick, 2013).

En relación con lo antes expuesto, formar alumnos dentro del contexto de la alfabetización científica es una tarea compleja que requiere la atención del profesor en contenidos relacionados con la NdC (Semilarski y Laius, 2021). Entre estos contenidos, se encuentran los referentes a la ecología y medio ambiente (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2017) que se vinculan directamente con la sostenibilidad. La enseñanza de este último aspecto es imprescindible en una sociedad que exige cambios estructurales y soluciones a grandes desafíos ecológicos como la pérdida de la biodiversidad, el calentamiento global y el agotamiento de recursos naturales (Aarts y Drenthen, 2020). Un ejemplo de ello son las interacciones ecológicas, las cuales son “[...] clave para recuperar la biodiversidad de los ecosistemas degradados y otros atributos de los mismos” (García-Callejas y Torres, 2019, p. 42). Dada la relevancia de la comprensión de las interacciones ecológicas, la SEP (2017) integró su enseñanza dentro del currículo de educación secundaria.

1.2.1. El CDC y la enseñanza de las interacciones ecológicas

La impartición del tema de interacciones ecológicas en educación básica puede realizarse a través de diversas estrategias de enseñanza eficaces, entre las que están la construcción de analogías (Muñoz, 2020), actividades de lecto-escritura (Muñoz, 2020), trabajo de campo (Rincón, 2011) y a través de trabajos prácticos (Guevara et al., 2017; Marques y Gomes, 2020; Marques et al., 2021b). De estas estrategias, las investigaciones centran su interés principalmente en comprender el CDC a través de los trabajos prácticos, dada su importancia en la enseñanza de las ciencias (Abrahams, 2017).

Con el fin de identificar las conexiones de los conocimientos del docente (conocimiento del contenido y CDC), Marques y Gomes (2020) llevaron a cabo una investigación centrada en observar a profesores en formación impartiendo el tema de interacciones ecológicas. Al analizar la secuencia didáctica de la clase (explicación, actividad práctica y socialización), estos investigadores se dieron cuenta de que, aunque los conocimientos docentes están conectados entre sí, existen algunos que se *movilizan* con mayor frecuencia –e.g., conocimiento sobre los alumnos, y conocimiento del contenido– y otros que funcionan como propulsores de los demás conocimientos –e.g., conocimiento del currículo–. Los resultados de estas investigaciones muestran que el maestro de biología no *moviliza* un solo tipo de conocimiento mientras imparte clases, sino que existe una integración de varios de ellos y pudieran tener un rol, por ejemplo, impulsar otros conocimientos. En términos de Shulman (1987), es una amalgamación de conocimiento.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Los datos revelados en la investigación de Marques y Gomes (2020) y Marques et al. (2021a) son relevantes para comprender la naturaleza del CDC del profesor de biología. De acuerdo con el trabajo de Park y Oliver (2008), el CDC puede entenderse como la transformación del conocimiento del contenido para fines de enseñanza, lo que algunos podrían asociar con la transposición didáctica (Lorenzo et al., 2014). Además, Park y Oliver (2008) argumentan que existe otra postura en torno al CDC, en donde se conceptualiza como una integración de varios conocimientos. En este sentido, Gess-Newsome (1999) afirman que, en el acto de enseñanza, el profesor integra diferentes tipos de conocimientos referentes al contenido, didáctica y contexto del alumno según los necesite asegurando una enseñanza efectiva. Esta afirmación sobre la integración de varios conocimientos del CDC coincide con el trabajo de Marques y Gomes (2020) y Marques et al. (2021a), puesto que se observa una integración del conocimiento del contenido, conocimiento de la enseñanza de la biología y de los estudiantes.

En relación con el conocimiento de la enseñanza de la biología y de los estudiantes, Guevara et al. (2017) diseñaron una propuesta de aprendizaje sobre las interacciones ecológicas de las arañas lobo (o licósidos) para alumnos colombianos de entre once y catorce años de edad. La propuesta de aprendizaje consistió en un trabajo longitudinal con 23 estudiantes en cinco fases. En la primera se realizó un cuestionario de ideas previas de los alumnos sobre las interacciones ecológicas. La segunda fase consistió en varias sesiones enfocadas en enseñar la taxonomía de las arañas, así como las relaciones intra e interespecíficas. La tercera fase consistió en un “laboratorio con relación a la depredación” (p. 197) con el fin de reforzar lo visto en clase. En la cuarta fase, los alumnos y profesor realizaron una salida de campo donde documentaron lo que observaron. Al término de la salida de campo, los alumnos realizaron un video sobre sus aprendizajes del tema y sugerencias para combatir problemáticas ambientales. La última fase estaba relacionada con la construcción de un terrario artesanal adecuado para las arañas lobos para documentar, a través de un diario de campo, las interacciones de las arañas.

Esta experiencia de aprendizaje dejó ver la importancia del contexto natural del alumno para una enseñanza significativa de las interacciones ecológicas. Para diseñar la experiencia de aprendizaje, Guevara et al. (2017) decidieron retomar a la araña lobo, un tipo de araña que se encuentra en el contexto natural de alumno por lo que ya la conocen. Además de aprender de relaciones intra e interespecíficas, los estudiantes cambiaron su percepción sobre las arañas, pasaron de verlas como una amenaza a una especie que

merece ser conservada. De acuerdo con Fontecha (2017), recurrir a la fauna silvestre del entorno del alumno, contribuye a la ampliación de conocimientos de los alumnos sobre la naturaleza que lo rodea y el contenido tomando en cuenta los conocimientos previos. De aquí la relevancia del conocimiento del profesor en torno “[a la] [...] condición biogeográfica y la diversidad cultural” (Fonseca, 2011, p. 401) que rodea al alumno para enseñar sobre las interacciones ecológicas.

Finalmente, es relevante identificar el papel del conocimiento del profesor sobre la NdC en su conocimiento didáctico de las interacciones ecológicas. De acuerdo con Manassero et al. (2001), hay aspectos sobre la NdC que debe tratar el profesor en el aula, entre ellas la relación entre el individuo y la ciencia (i.e., sentimientos, intereses, motivaciones, ética e ideología), así como la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad (i.e., problemas sociales, responsabilidad social, toma de decisiones y resolución de problema). El tema de las interacciones ecológicas debe ser vinculado con la NdC para propiciar en el alumno el aprecio por la naturaleza, el respeto y cuidado por los organismos vivos, así como la participación para intervenir en asuntos ambientales que atañen a su comunidad y al mundo (Hincapié, 2015; Nolet, 2017; OCDE, 2018). De aquí que Marques y Gomes (2020) indiquen que la NdC es parte fundamental en el CDC del docente para enseñar las interacciones ecológicas.

1.2.2. Dificultades del profesor en torno a su CDC para enseñar las interacciones ecológicas

Con el fin de examinar la naturaleza del CDC en el contexto de los ecosistemas, Tiraş (2019) llevó a cabo un estudio de caso con dos profesoras de ciencias, a quienes observó en el aula mientras enseñaban diversos conceptos relacionados con los ecosistemas a estudiantes de secundaria. Posteriormente realizó una entrevista y varios tests para indagar el conocimiento del contenido de las profesoras. Los resultados arrojaron dificultades en su CDC sobre ecosistemas debido a dos aspectos: el primero, un insuficiente conocimiento del contenido y, el segundo, una dependencia del currículo escolar.

En lo que se refiere al conocimiento del contenido, Tiraş (2019) encontró que ambas profesoras tenían una visión limitada de los ecosistemas. Cuando se les pidió que explicaran los conceptos centrales del tema se observó un conocimiento sólido de la definición de sistemas, especie y hábitat, pero un conocimiento parcial de descomponedores, cadenas y redes alimenticias, diversidad biológica y población. Además, las profesoras no

establecieron una relación entre estos conceptos con el tema de las interacciones ecológicas ni mencionaron la relevancia del mismo para la enseñanza de los ecosistemas. En este sentido, el conocimiento del contenido no solo cubre lo que el profesor sabe de las interacciones ecológicas, se hace necesaria una conexión con ideas y conceptos biológicos como las cadenas y redes alimenticias, los descomponedores, el nicho ecológico, la diversidad biológica, etc., para diseñar y elegir estrategias de enseñanza y evaluación de manera lógica y, por ende, significativas para el alumno.

Por su parte, Neakrase (2010) afirma que, si el profesor de biología presenta un conocimiento deficiente de la disciplina y los contenidos, procesos y conceptos que la integran, su CDC puede verse afectado al carecer de los conocimientos base para diseñar y elegir las estrategias y los materiales de enseñanza que mejor representan lo que se quiere enseñar. La afirmación de Neakrase es congruente con lo reportado por Tıraş (2019), ya que las dos profesoras del estudio manifestaron problemas para diseñar actividades prácticas y estrategias evaluativas sobre el tema de los ecosistemas.

En relación con el currículo escolar, Tıraş (2019) menciona que la dependencia de ambas profesoras hacia este material generó obstáculos para elaborar estrategias y explicaciones adecuadas para los alumnos. Según lo argumenta una de las participantes en el estudio, la enseñanza de los ecosistemas tiene un menor peso en el currículo en comparación con otros contenidos, por lo que no es necesario desarrollar una gran variedad de estrategias didácticas ni dedicarle demasiado tiempo al tema. Por su parte, la otra profesora aseguró que sus explicaciones, ya sea para tratar el contenido y resolver las dudas de los alumnos, están limitadas por los objetivos de enseñanza curriculares, por lo que ella procura no ir más allá de lo que sugiere su plan de estudios.

Los resultados de Tıraş (2019) muestran que el grado de dependencia del docente hacia el currículo y su falta de reflexión en torno a este podría tener un impacto negativo para el aprendizaje del alumno, pues lo que se busca es cumplir con los estándares curriculares, de tal forma que la enseñanza del profesor esté centrada en el currículum y no en las necesidades del alumno. Esto coincide con Valdemoros (2010), tal dependencia por los materiales curriculares deriva en una carencia de autonomía para generar estrategias, materiales y ejemplos para cubrir las inquietudes y necesidades de los alumnos en torno al contenido. Para romper con esta dependencia curricular, Carrillo et al. (2014) sugieren la reflexión del profesor sobre el contexto en el que fue creado el currículo, los enfoques

pedagógicos planteados y los objetivos de enseñanza, de modo que se adapte a las necesidades de los estudiantes.

La dependencia y falta de conocimiento de los materiales curriculares podría generar problemas en el desarrollo de un CDC sólido al no saber cómo trasladar y adaptar la propuesta curricular a las necesidades de los estudiantes. Por ello, algunos autores (Abell, 2007; Carrillo et al., 2014; Grossman, 1990; Luís, 2021; Magnusson et al., 1999; Marques et al., 2021a; Marques y Gomes, 2020; Neakrase, 2010) consideran a la comprensión del currículo escolar como un conocimiento que forma parte CDC, ya que existe una conexión de este con otros conocimientos que conforman el CDC, por ejemplo, el de las estrategias de enseñanza y representaciones para impartir un tema.

De acuerdo con estos antecedentes, la presente investigación tiene como propósito indagar el conocimiento didáctico del profesor al enseñar las interacciones ecológicas en el nivel secundaria, dada su complejidad al involucrar aspectos de los alumnos, del currículo, las estrategias de enseñanza y representaciones, el contenido y la NdC, en el contexto de la COVID-19. Según Parga y Mora (2014), el CDC es una herramienta que estimula la reflexión del profesor sobre su propia práctica lo que deriva en mejoras en la enseñanza de los contenidos científicos, en este caso las interacciones ecológicas. Dicho contenido es fundamental para que el alumno conozca el funcionamiento de la naturaleza (Caqueo et al., 2015) y despierte su aprecio por la biota y apropiación del medio natural que lo rodea (Fontecha, 2017).

Es relevante señalar que la presente investigación se realizó en el contexto de una emergencia sanitaria dada por la COVID-19, que llevó a los docentes a impartir los contenidos curriculares desde su hogar para salvaguardar su integridad y la de sus alumnos. De esta forma, el estudio del CDC en torno a las interacciones ecológicas se enmarca en la ERE. En este contexto educativo inesperado, los profesores se enfrentaron a circunstancias relacionadas con sus saberes didácticos con el fin de resolver problemáticas como la elaboración de actividades remotas, materiales didácticos, manejo de grupos, la evaluación de aprendizajes por mencionar algunas (Sánchez et al., 2020).

1.3. Preguntas de investigación

Considerando el contexto de la enseñanza remota de la biología derivada de la pandemia por la COVID-19 y los antecedentes relacionados con el CDC del profesor de biología, en

este estudio se proponen una pregunta de investigación general y cuatro particulares, las cuales se presentan a continuación.

La pregunta general que guía la presente investigación es:

¿Qué características tiene el CDC del profesor de secundaria para abordar las interacciones ecológicas durante la ERE?

Para dar respuesta a esta pregunta general se plantea responder las siguientes preguntas específicas:

- ¿Cómo emplea el profesor de biología de secundaria el CDC en la ERE para enseñar las interacciones ecológicas?
- ¿Qué aspectos de los alumnos utiliza el profesor en las actividades implementadas durante la ERE para enseñar las interacciones ecológicas?
- ¿Qué aspectos del currículo se presentan en la práctica del profesor durante la ERE para enseñar las interacciones ecológicas?
- ¿De qué manera el conocimiento que tiene el profesor sobre las interacciones ecológicas y la NdC orientan su didáctica observada en la ERE?

1.4. Objetivo

La presente investigación tiene como principal objetivo caracterizar el CDC del profesor de biología, del nivel secundaria, a través de su empleo en la ERE derivada durante la pandemia por COVID-19.

1.5. Justificación

Las interacciones ecológicas representan un contenido complejo en la enseñanza de la ecología y la biología en secundaria. De acuerdo con Muñoz (2020) esta complejidad radica en que el contenido está conectado con otros temas como la cadena alimenticia, el flujo de energía, equilibrio ecológico, entre otros, por lo que se considera un contenido articulador entre varios conceptos e ideas biológicas. Esta característica hace que los profesores encuentren complejo lograr en los alumnos la comprensión global del tema dada la cantidad de ideas y conceptos que confluyen (Caqueo et al., 2015), por lo que las interacciones ecológicas representan *todo un reto* de enseñanza (Arias, 2017).

En diversos estudios sobre la enseñanza de las interacciones depredador-presa se han reportado dificultades del profesor para lograr claridad en los alumnos sobre la relación entre depredación y cadena alimenticia, transferencia de energía y el equilibrio ecológico (Bentacourt y Pineda, 2017). Además, estos estudios dan cuenta de las dificultades del profesor para conseguir que los alumnos superen la idea arraigada de que el cambio de una población afectará directamente a otra en tanto que estén en una relación depredador-presa (Tıraş, 2019), así como las ideas catastróficas asociadas a la depredación (Manzanal y Jiménez, 1995).

Sumado a lo anterior, diversos estudios apuntan a limitaciones didácticas del profesor de biología para enseñar las interacciones ecológicas; por ejemplo, en las investigaciones de Manzanal y Jiménez (1995) y Muñoz (2020) se encontraron problemas relacionados con el uso de explicaciones, actividades y ejemplos que muestran la importancia de la depredación en el contexto social y particular del alumno. Por su parte, Bentancourt y Pineda (2017) y Tıraş (2019) advierten sobre la enseñanza superficial de las interacciones ecológicas siendo considerado, por algunos docentes de biología, un contenido con menor relevancia para el alumno y el currículo.

Asimismo, otras investigaciones empíricas han mostrado una falta de variedad de estrategias didácticas para abordar este contenido, ya que se recurre frecuentemente a la memorización y transferencia de conceptos mostrando un limitado repertorio de estrategias de enseñanza (Hincapié, 2015; Fontecha, 2017, Tıraş, 2019). Investigadores como Chapoo et al. (2014) afirman que la carencia de conocimientos para diseñar estrategias y materiales didácticos variados es un asunto que merece la atención de los expertos, dada “[...] la urgente necesidad de mejorar los métodos de enseñanza de la biología” (p. 442). Como se ha mencionado a lo largo del documento, el CDC provee al profesor de diferentes recursos para acercar al alumno al contenido de las interacciones ecológicas.

La enseñanza de la ecología, y en concreto de las interacciones ecológicas facilita que el alumno desarrolle conocimientos necesarios para cuidar y gestionar el medio ambiente y procurar una relación sostenible (González, 2015; Muñoz, 2020). Ante los obstáculos y limitaciones reportados, es necesario indagar y comprender el CDC de los profesores de biología para enseñar el tema. En este análisis del CDC pueden encontrarse elementos que posiblemente estén generando imprecisiones en la comprensión del alumno y dificultades en selección y producción de estrategias didácticas y representaciones que

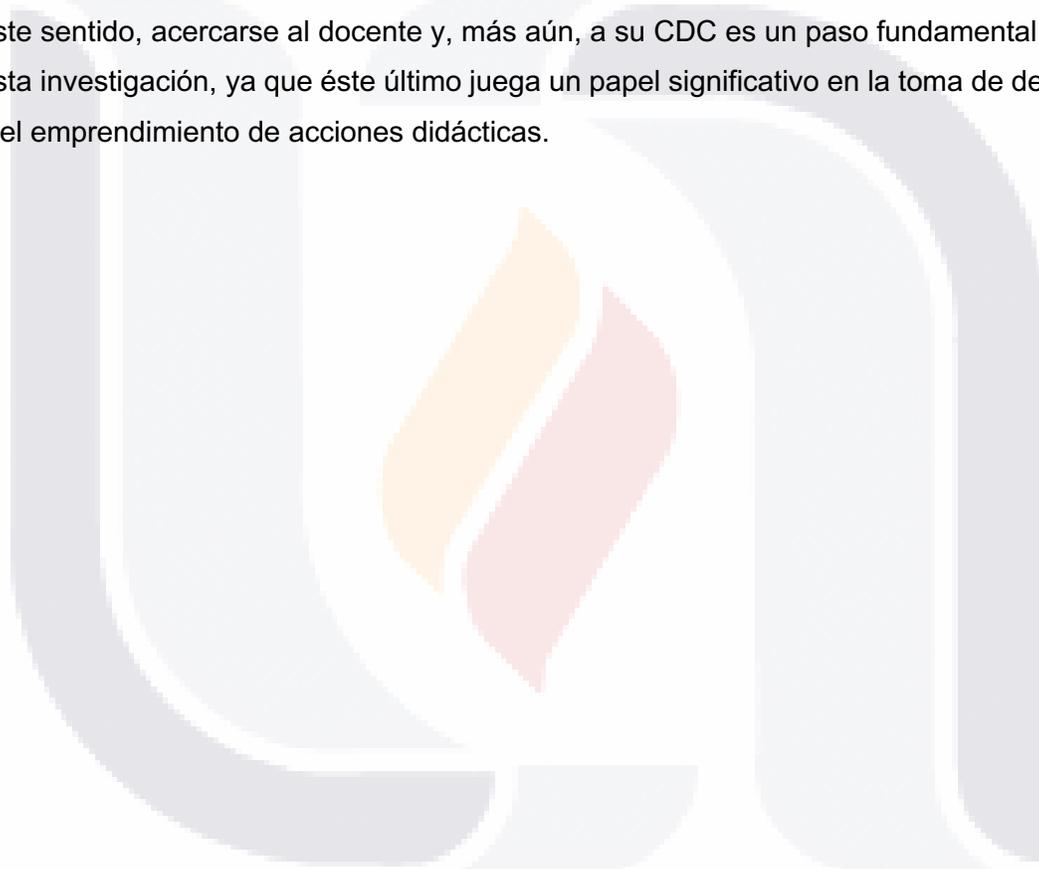
beneficien un entendimiento adecuado del contenido o, por el contrario, elementos del CDC que estén facilitando la comprensión de las interacciones ecológicas. De aquí la pertinencia de llevar a cabo estudios que enfatizan la importancia de analizar el CDC como el presente en el contexto de la ERE.

Luego de una búsqueda de trabajos académicos que hagan referencia directamente al CDC del profesor en torno a las interacciones ecológicas (Marques et al., 2021a; Marques y Gomes, 2020; Tiraş 2019), se encontró que falta mayor información al respecto (Marques et al., 2021a; Marques y Gomes, 2020). Con esta investigación se abonaría al estudio del CDC de las interacciones ecológicas y por ende incidir en las áreas de la didáctica de la biología y ecología, contribuyendo con la identificación de aquellos aspectos que constituyen el conocimiento profesional del profesor dichas áreas y “cómo este conocimiento es capturado y mejorado por los mismos maestros” (Nilssona y Vikströmb, 2015, p. 2837) en diversas circunstancias, como lo es la ERE generada por la actual pandemia.

Asimismo, aunque en la literatura reciente se presentan estudios que dan cuenta de las tensiones, obstáculos y retos de enseñanza enfrentados durante la pandemia, aún no es claro el papel y el peso de estas cuestiones en la enseñanza y la toma de decisiones pedagógicas durante la COVID-19 (Lepp et al., 2021). Es así como se vuelve necesario documentar el conocimiento empleado por los profesores de biología, ya que la enseñanza es esencialmente un acto del pensamiento (Lampert, 1998) y las decisiones pedagógicas que toma el profesor se ven influenciadas directamente por su conocimiento (Acevedo, 2009a; Fernández, 2019). Por tanto, acercarse al conocimiento del profesor permitiría contribuir a dar cuenta de cómo influyó el CDC del profesor en la ERE, si hay cambios o se mantuvo igual, si hubo adecuaciones y cómo las llevaron a cabo en la enseñanza de la biología a distancia, particularmente en el tema de las interacciones ecológicas.

Estudios como el presente contribuyen a despejar la interrogante que plantea Dussel (2021) en torno a cómo pensar el escenario de la enseñanza durante el confinamiento y lo que esta situación deja a los profesores, esto luego de que el CDC funciona como marco de referencia para comprender y “cualificar los [...] procesos de formación” (Fonseca, 2018a, p. 15) y de instrucción. Entonces, la enseñanza de la biología que tomó lugar en la pandemia y las consecuencias de esta en los docentes, pueden comprenderse a través del análisis del CDC inmerso en la práctica del profesorado para impartir clases de biología de manera remota, específicamente, sobre el tema de interacciones ecológicas.

De acuerdo con Ruiz (2020), los efectos de la ERE en el proceso de enseñanza y aprendizaje aún son desconocidos, dado lo inédito de la situación; sin embargo, la importancia de conocer más sobre las consecuencias de la pandemia en la educación es tal que se piensa que esta situación podría dar paso a una nueva línea de investigación (Abreu, 2020). Por este motivo, se hace indispensable construir un conocimiento fundamentado e informado que sea útil para comprender, desde múltiples perspectivas, la complejidad de la labor y el conocimiento docente desarrollados en la enseñanza remota con el fin de dar sentido a los resultados de la pandemia en la educación (Pérez, 2021). En este sentido, acercarse al docente y, más aún, a su CDC es un paso fundamental, foco de esta investigación, ya que éste último juega un papel significativo en la toma de decisiones y el emprendimiento de acciones didácticas.



CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Este capítulo tiene como propósito mostrar los lineamientos teóricos que sustentan la presente investigación; por un lado, para comprender el conocimiento didáctico del profesor de biología al enseñar las interacciones ecológicas se toma, como marco de referencia, al modelo *Conocimiento Especializado del Maestro de Biología* (BTSK, *Biology Teacher's Specialized Knowledge*) de Luís y Carrillo (2020). Por otro, se hace una aproximación a la ERE.

2.1. Introducción

Uno de los primeros estudios sobre el conocimiento profesional del maestro de biología del que se tiene registro, fue el realizado por Reed (Estados Unidos) en 1950. En su investigación, el autor se preguntaba lo siguiente:

¿Qué hace la diferencia? ¿Cuáles son las cualidades que hacen a un buen maestro de biología? [...] ¿Cuáles son los rasgos y requisitos que hacen a un maestro de biología exitoso? ¿Cuál [...] debería ser su formación universitaria? ¿Debería el énfasis estar en la disciplina, o en la formación pedagógica? ¿Debería ser un maestro de BIOLOGÍA o un MAESTRO de biología? (Reed, 1950, p. 186, mayúsculas en el original).

Los datos obtenidos de los participantes del estudio no permitieron dar respuesta al cuestionamiento de Reed (1950), y aunque hubo acercamientos posteriores al conocimiento del profesor de ciencias (e.g., Butts y Raun, 1967; Hashweh, 1985; Husen et al., 1978), no fue sino hasta que Shulman (1986) introdujo el concepto de CDC que se propició un creciente interés en conocer la naturaleza del conocimiento profesional del maestro (Williams y Lockley, 2012) y con lo que se ha logrado, gradualmente, dar respuestas a las preguntas planteadas por Reed.

En palabras de Escudero-Ávila y Carrillo (2020), la creciente atención en la comprensión del conocimiento profesional de los docentes, ha desembocado en una variedad de modelos analíticos que pretenden organizar, caracterizar y definir los conocimientos docentes para interpretarlos y reproducirlos. Existen modelos como los de Shulman (1986, 1987) y Grossman (1990) que fueron desarrollados como una propuesta de modelo para el profesor de cualquier asignatura, aunque también están las propuestas que Magnuson et al. (1999) y Abell (2007) y Park y Oliver (2008) que abordan concretamente el conocimiento del profesor de ciencias.

Las diferencias epistemológicas y didácticas de las diversas ciencias dieron origen al desarrollo de modelos que pretenden reflejar la complejidad y particularidad del conocimiento de los profesores de las asignaturas científicas (Luís, 2021). En el caso del conocimiento profesional del profesor de biología, destacan tres modelos creados en Iberoamérica: Valbuena (2007, 2011) y Fonseca (2018a) en Colombia, y Luís y Carrillo (2020) en la península ibérica. La presente investigación toma como marco de referencia el BTSK (Luís y Carrillo, 2020), este modelo se eligió como referente ya que, de acuerdo con Luís (2021), es una herramienta analítica con la capacidad de identificar y caracterizar el conocimiento del profesor de biología debido a la organización de elementos que presenta. Previo a su discusión, se hace una reflexión sobre sus antecedentes y de las principales aportaciones de los modelos mencionados en la configuración del conocimiento profesional del profesor de biología.

2.2. Antecedentes del BTSK

2.2.1. Aportaciones de Shulman al conocimiento del profesor de ciencias

En 1986, Shulman publicó un ensayo que revolucionó las ideas que se habían desarrollado hasta entonces sobre el conocimiento del profesor. Al comienzo de su ensayo, Shulman (1986) citó la siguiente idea del dramaturgo irlandés George Bernard Show: “El que puede, hace. El que no, enseña” (p. 4). De acuerdo con Shulman, en esta cita se menosprecia la actividad de enseñanza del profesor, en tanto que lo retrata como un sujeto carente de competencias para desempeñarse en otra función. Para mostrar cuán errónea es esta idea, Shulman (1986, 1987) presentó algunas reflexiones de documentos históricos e investigaciones para argumentar la existencia de un tipo de conocimiento que posiciona al maestro como un profesional, con saberes expertos que lo distinguen del especialista de una rama; por ejemplo, el docente que enseña biología tiene conocimientos determinados que lo distinguen del biólogo.

Este tipo de conocimiento especializado para la enseñanza va más allá de la posibilidad de demostrar un dominio adecuado de una asignatura, así como de conocer sobre pedagogía general (Vergara y Cofré, 2014). Sosa y Ribeiro (2021) argumentaron que, al articular conocimientos de un contenido particular con los pedagógicos, el profesor desarrolla un tipo de saber que le permite crear teorías y explicaciones personales que influyen en las decisiones y acciones en torno a la enseñanza de un tema en concreto. A este conocimiento desarrollado por el profesor, Shulman (1986) lo llama CDC y asevera que se forma a partir

de la impartición regular de un tema. Tal acción constante permite al profesor elegir las explicaciones y actividades adecuadas para enseñar un tema a los alumnos. Shulman (1987) propone un modelo llamada *Conocimiento Base* para el profesor (ver Figura 2.1), conformado por siete categorías de conocimiento entre las que destaca el CDC.

Figura 2.1.

Categorías del Conocimiento Base del Profesor de Shulman (1987)



Fuente. Elaboración propia a partir de Shulman (1987).

De acuerdo con Shulman (1987), el conocimiento del contenido se refiere a las estructuras sustantivas (marcos teóricos y estructura conceptual de la disciplina, Garritz y Trinidad-Velasco, 2004) y sintácticas (procedimientos para generar conocimientos, así como validarlos o rechazarlos) de una disciplina. El conocimiento pedagógico general hace referencia a las estrategias de manejo y organización del aula, mientras que el conocimiento curricular hasta relacionado con el dominio de los materiales y programas de estudio del profesor. El CDC es una “[...] amalgama especial entre materia y pedagogía que es exclusiva de los maestros, su propia y especial forma de conocimiento profesional” (Shulman, 1987, p. 8). Según lo descrito por el autor, el CDC provee al maestro de la comprensión necesaria para organizar contenidos y demás elementos pedagógicos para adaptarlos a los diferentes intereses y habilidades de los alumnos, y facilitar la enseñanza.

Asimismo, los últimos tres conocimientos que describió Shulman (1987) son: el conocimiento de los alumnos, que hace referencia a las características de los estudiantes que conforman la clase del profesor; el conocimiento de los contextos educativos que incluye la comprensión que tiene el maestro sobre el contexto sociocultural de sus alumnos y el funcionamiento administrativo del distrito escolar; y el conocimiento de los fines, propósitos y valores de la educación, que señala los objetivos para los que se educa, según fundamentos filosóficos, históricos, sociales y éticos.

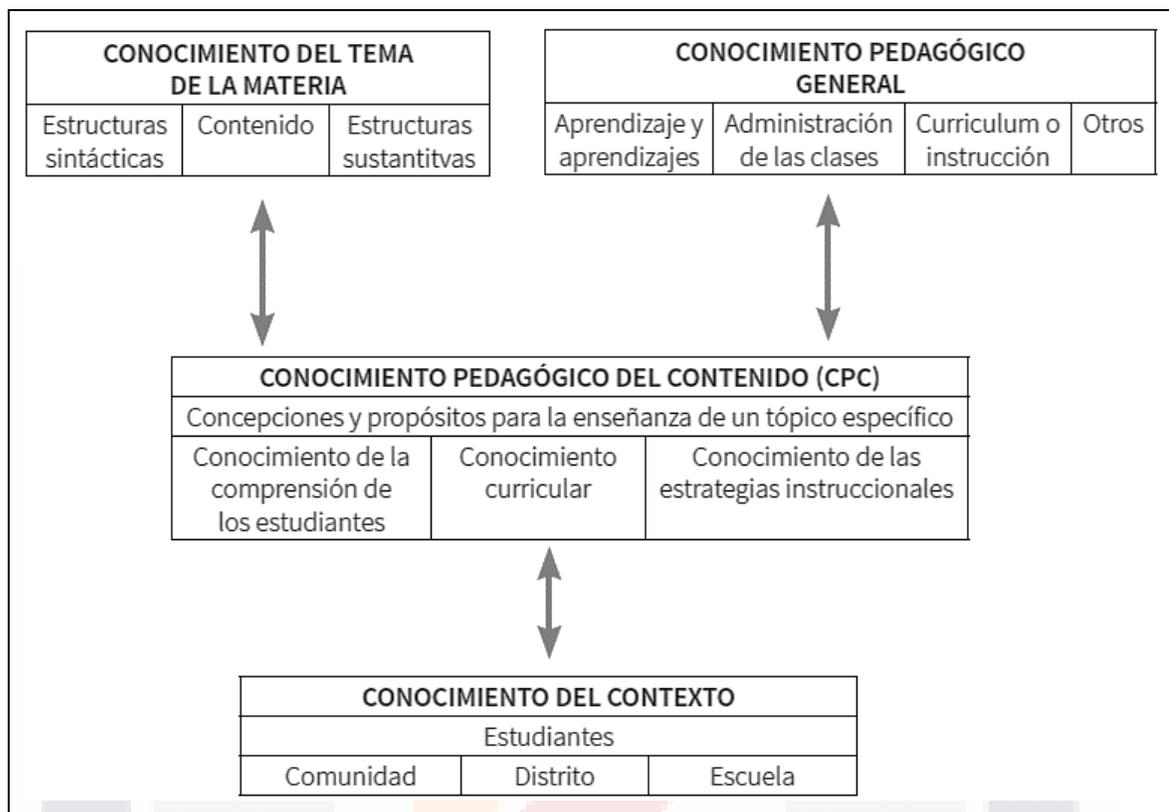
La principal aportación de trabajo de Shulman es el CDC, el cual lo considera como el conocimiento fundamental para enseñar un contenido específico. De acuerdo con este autor y con Marcelo (1992) y Verdugo-Perona et al. (2017), el CDC es una de las contribuciones más importantes dentro de los estudios sobre la formación docente y conocimiento del profesor, siendo calificado por Park y Oliver (2008) como el “corazón del profesionalismo del maestro” (p. 280).

2.2.2. Aportaciones de Grossman al conocimiento del profesor de ciencias

La propuesta de Shulman (1986, 1987) sobre el conocimiento base del profesor fue retomado por Grossman (1990), dando paso a su propio modelo de conocimiento del profesor. En este modelo, Grossman profundiza en los componentes que integran cada conocimiento del profesor y caracteriza el concepto de CDC (Fernández, 2014). Se incluyen cuatro diferentes conocimientos: el CDC, el conocimiento del tema de la materia, el conocimiento pedagógico general y el conocimiento del contexto (Cuéllar et al., 2015) (ver Figura 2.2). Estos conocimientos son la base para la enseñanza de cualquier asignatura.

Figura 2.2.

Modelo del Conocimiento del Profesor de Grossman (1990)



Fuente: Cuéllar et al. (2015, p. 3).

El modelo de Grossman pone al CDC como centro de la enseñanza del profesor, el cual se ve influenciado por el conocimiento del tema de la materia, el conocimiento pedagógico general y el conocimiento del contexto educativo. A su vez, el CDC ejerce influencia sobre los conocimientos mencionados, como se muestra en la Figura 2.2. Asimismo, en este modelo, el CDC se compone de tres subcategorías: el conocimiento de la comprensión de los estudiantes, el conocimiento curricular y el conocimiento de las estrategias instruccionales. De acuerdo con Grossman (1990), el CDC está orientado por las concepciones del maestro sobre las finalidades de la enseñanza de un tema; por tanto, los conocimientos del profesor en torno al entendimiento de los estudiantes, el currículo y las estrategias didácticas son empleados para que él mismo conciba el propósito de la enseñanza de un contenido.

Para Grossman (1990), el CDC es visto como la transformación del conocimiento del tema de la materia, el conocimiento pedagógico general y el conocimiento del contexto (Fernández, 2014). De esta forma, el CDC es el único conocimiento que interactúa con los

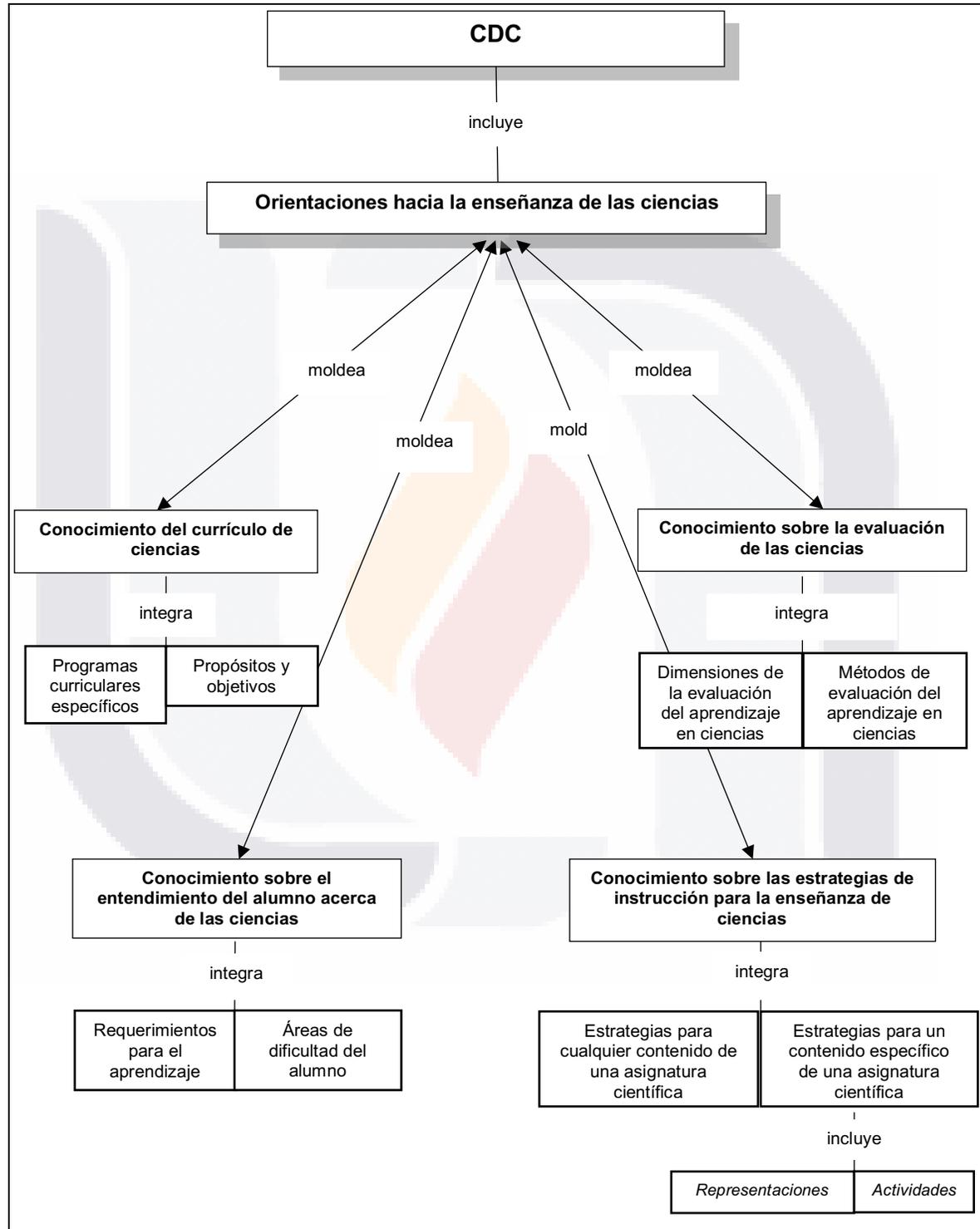
demás conocimientos, el resto de los contenidos no se relacionan según el modelo de Grossman (1990). Adicionalmente, Neakrase (2010) destacó, del trabajo de Grossman, la importancia que se otorga al desarrollo del CDC a través de la experiencia en la práctica y el trabajo con los alumnos. Cabe señalar que, aunque el modelo de Grossman no es específico para enseñar ciencias, sí se ha empleado para analizar el conocimiento de profesores de estas disciplinas (Cuéllar et al., 2015).

2.2.3. Aportaciones de Magnusson et al. al conocimiento del profesor de ciencias

El modelo de Magnusson et al. (1999) retoma las ideas de Shulman (1986, 1987) y Grossman (1990) para reflexionar sobre el conocimiento del profesor que enseña ciencias. En su modelo, se presenta la relación jerárquica de los componentes del CDC del maestro de ciencias (ver Figura 2.3). Cabe señalar que, y de acuerdo con Verdugo-Perona et al. (2017), en el área de las ciencias, este modelo es uno de los principales referentes teóricos para acercarse al conocimiento de los profesores de las distintas asignaturas científicas.

Figura 2.3.

Componentes del modelo asociado al CDC del profesor de ciencias de Magnusson et al. (1999)



Fuente. Magnusson et al. (1999, p. 4).

En línea con Grossman (1990), el CDC es visto como el producto de una transformación de los conocimientos del contenido, pedagógicos y contextuales. Se reconoce que el CDC también influye en el desarrollo de los conocimientos relacionados con el contenido, la pedagogía, y el contexto. Para Magnusson et al. (1999), la impartición regular de un tema y la experiencia no son suficientes para desarrollar el CDC, ya que el profesor también necesita compartir dudas, información y experiencias sobre la enseñanza de temas científicos particulares con la comunidad educativa. Una idea innovadora con respecto al CDC de Magnusson et al. (1999) es la asociación de este tipo de conocimiento con los maestros eficaces de ciencias. Para estos autores, un maestro eficiente es aquel que “sabe cómo diseñar y guiar experiencias de aprendizaje de manera adecuada, bajo condiciones y limitaciones particulares, para ayudar a diversos grupos de estudiantes a desarrollar conocimiento científico y entendimiento del trabajo científico” (p. 9). En este sentido, la eficiencia en la enseñanza de las ciencias también puede ser comprendida desde el CDC del profesor.

Sobre el CDC, se observa en la Figura 2.3 que este se integra de cinco componentes: orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias, conocimiento del currículo de ciencias, conocimiento sobre el entendimiento del alumno acerca de las ciencias, conocimiento sobre la evaluación de las ciencias y conocimiento sobre las estrategias de instrucción para la enseñanza de ciencias. En lo que respecta al conocimiento del docente de ciencias sobre el currículo, Magnusson et al. (1999) lo consideran como el conocimiento que distingue al maestro de ciencias del pedagogo, ya que refleja el *expertise* de los maestros acerca de programas curriculares específicos de la asignatura y el entendimiento sobre los propósitos y objetivos que los estudiantes deben lograr durante el curso de ciencias. Asimismo, se incluye lo que saben los maestros de lo aprendido por los alumnos en años precedentes y lo que se espera que aprendan en años posteriores, lo que Grossman (1990) llama *currículo vertical*.

El conocimiento sobre el entendimiento del alumno acerca de las ciencias se refiere a los requerimientos para su aprendizaje y sus áreas de dificultad. En relación con el primero, se consideran como requerimientos para el aprendizaje los conocimientos previos que necesita el alumno para construir su saber sobre un contenido específico (Arteaga et al., 2016), así como las habilidades que precisan estos actores educativos para comprender los temas dados en los programas de estudio de ciencias (Magnusson et al., 1999; Di Mauro, et al., 2015). Por su parte, las dificultades de los alumnos en las asignaturas científicas se

deben, principalmente, al nivel de complejidad de los conceptos, la falta de conexión de estos con la vida cotidiana y las experiencias del alumno, y las concepciones erróneas que tienen los alumnos acerca del tema (Magnusson et al., 1999).

El conocimiento docente sobre las estrategias de instrucción para la enseñanza de las ciencias se conforma de dos tipos de estrategias. En primer lugar, se encuentran las estrategias para impartir cualquier contenido de una asignatura científica, por ejemplo, el uso de organizadores gráficos para enseñar distintos contenidos de la biología (e.g., interacciones ecológicas y fotosíntesis). Ello es distinto al conocimiento pedagógico general, que hace referencia a los enfoques generales que pueden ser usados en distintas asignaturas, como el aprendizaje colaborativo para enseñar inglés y biología. En segundo lugar, se enuncian las estrategias para enseñar un contenido específico, pueden clasificarse en representaciones y actividades. Magnusson et al. (1999) mencionan que no es suficiente saber qué tipo de actividades son pertinentes para la enseñanza de un contenido, sino que es necesario que el maestro conozca su “poder conceptual” (p. 18); en otras palabras, la medida en la que la actividad es útil para presentar o clarificar un concepto, esto es, las limitaciones y los alcances de la actividad para enseñar el contenido.

En el conocimiento sobre la evaluación de las ciencias se incluyen el entendimiento del profesor sobre las dimensiones de la evaluación del aprendizaje de ciencias y los métodos de evaluación del aprendizaje de ciencias. En lo relativo a las dimensiones de la evaluación, los autores del modelo indicaron que este se refiere a los criterios que se deben evaluar durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Por otra parte, los métodos de evaluación se refieren a la diversidad de técnicas e instrumentos a disposición del alumno para evaluar; según Magnusson et al. (1999), un profesor eficaz tiene la capacidad de utilizar y diseñar diferentes métodos para evaluar un contenido del currículo.

Asimismo, las orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias son el eje del CDC del profesor de ciencias al funcionar como un mapa que guían al resto de los componentes asociados con el currículo, los alumnos, la evaluación y las estrategias de instrucción. De aquí que ninguno de los componentes, incluidas las orientaciones, sean fijos en tanto que están interrelacionadas. Esta interrelación se da entre las orientaciones y alguno de los conocimientos (e.g., orientaciones ↔ evaluación de las ciencias). Magnusson et al. (1999) no establecieron relaciones mutuas entre los conocimientos que componen el CDC (conocimiento del currículo, de los alumnos, de la evaluación y de las estrategias).

2.2.4. Aportaciones de Abell al conocimiento del profesor de ciencias

Abell (2007) presenta su modelo *Conocimiento del Profesor de Ciencias* en donde el eje articulador es el CDC (ver Figura 2.4), y es una síntesis de los trabajos de Grossman (1990) y Magnusson et al. (1999). Se integra por cuatro tipos de conocimiento (CDC, del contexto, pedagógico y de la disciplina) e incluye “categorías discretas de conocimiento” (Abell, 2007, p. 1108) que son aplicadas durante la práctica educativa para resolver problemas y enseñar un contenido (orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias, conocimiento de los alumnos de ciencias, del currículo de ciencias, de las estrategias de instrucción para la enseñanza de las ciencias, y de la evaluación de las ciencias).

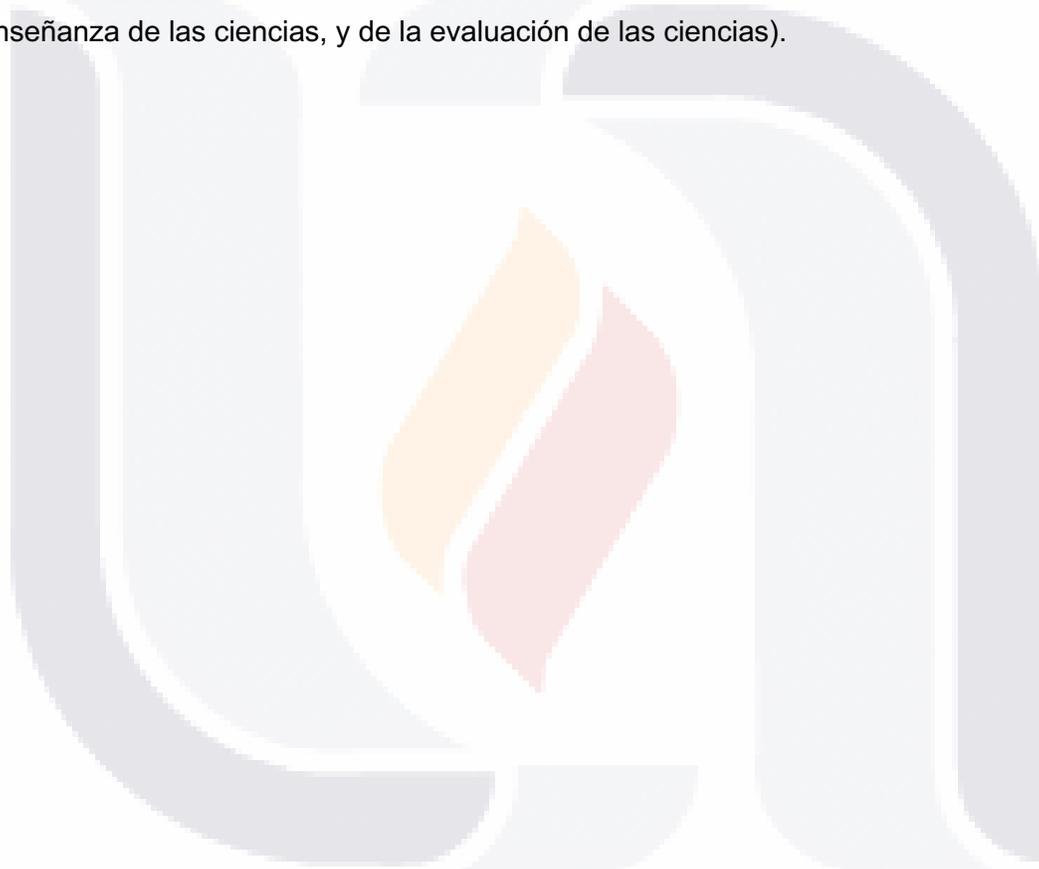
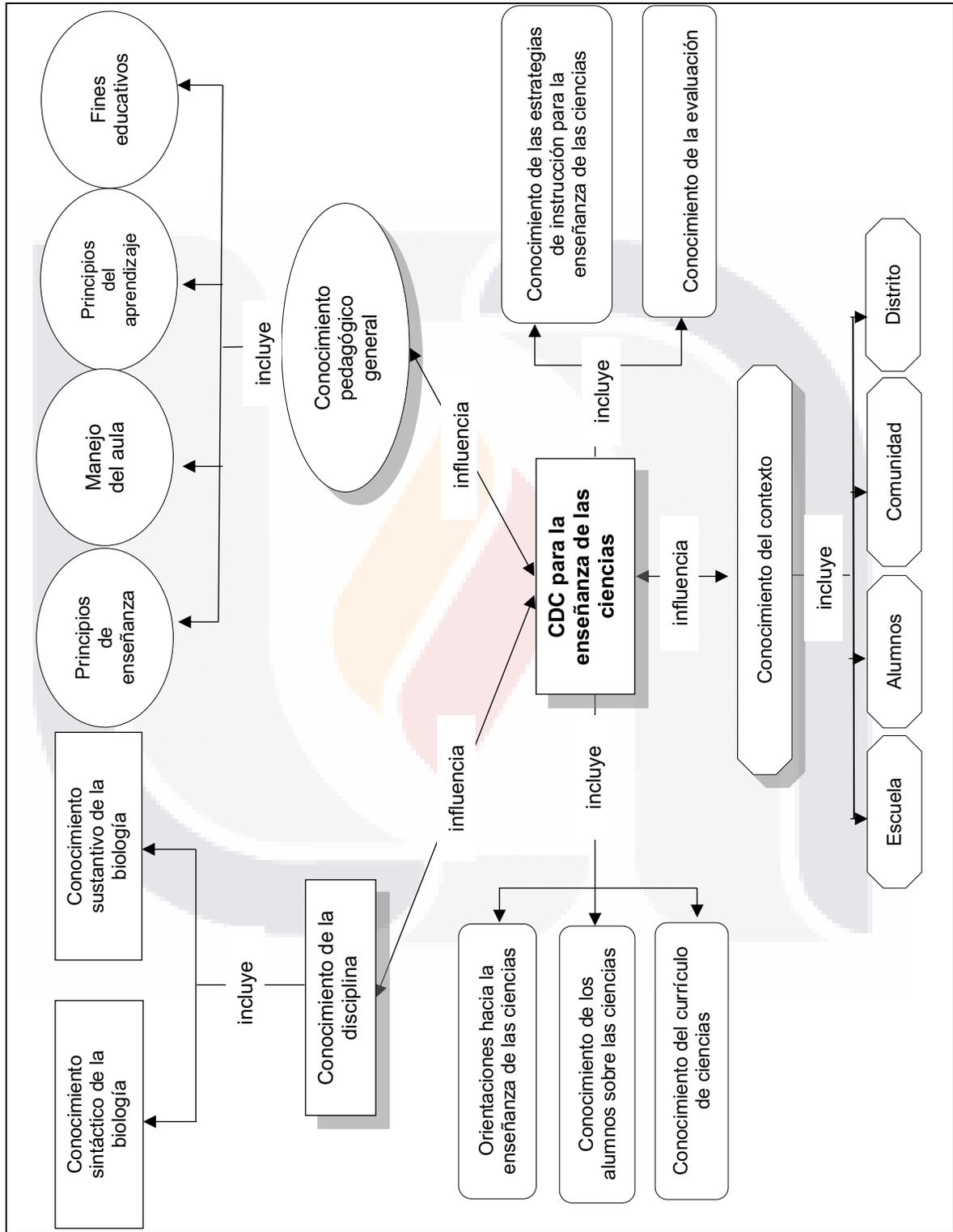


Figura 2.4.

Modelo del Conocimiento del Profesor de Ciencias de Abell (2007)



Fuente: Abell (2007, p. 1107).

Para Abell (2008), el CDC puede comprenderse desde dos ángulos, el primero a través la mirada de la investigación, y el segundo de la formación docente. Dentro de la investigación, el CDC es un constructo que funciona como marco teórico para entender y traducir el conocimiento del profesor mientras que, para el formador de docentes, el CDC es el razonamiento del profesor en torno a los conocimientos que debe tener o desarrollar para ser eficiente (Abell, 2007).

Desde ambas perspectivas, el CDC tiene cuatro características: 1) posee categorías discretas de conocimiento que interactúan entre ellas durante la práctica y los problemas asociados a ella –e.g., dificultades de los alumnos, carencia de materiales didácticos–, 2) es dinámico; 3) no se puede desligar del conocimiento del contenido; y 4) es la transformación de varios tipos de conocimiento. Estas características dejan ver la complejidad de la naturaleza del CDC, el cual erróneamente es visto como la suma de sus partes (Abell, 2007), en otras palabras, el resultado de sumar el conocimiento del alumno más el conocimiento del currículo más las orientaciones, etc.

Las características mencionadas hacen referencia a un CDC que sirve al profesor para realizar su labor y sobrellevar las limitaciones que se encuentra en la enseñanza. El CDC se logra a través de la sinergia de este con los conocimientos que lo rodean (conocimiento de la disciplina científica, conocimiento pedagógico, conocimiento del contexto), pero esta interacción varía ya que no siempre se dan las mismas circunstancias en el aula; por ejemplo, un profesor de biología puede atender a dos grupos del mismo nivel escolar, uno que no guste de participar durante la clase y otro que presente cierto nivel de retraso en la programación de los contenidos curriculares.

El primer caso quizás se relacione con el conocimiento pedagógico general (manejo del aula), por lo que es probable que el profesor recurra a estrategias de instrucción y el conocimiento sobre los alumnos para elaborar actividades llamativas y conseguir que los estudiantes participen. Por su parte, en el segundo caso, el maestro podría enfocarse en los conocimientos sobre el currículo y sobre el alumno para identificar aquellos contenidos que sean más relevantes y darles prioridad, adicionalmente, de su conocimiento de la disciplina para relacionar y explicar los contenidos seleccionados. De acuerdo con lo anterior, el CDC se transforma según las necesidades de práctica y el aprendizaje ganando conocimiento que va desarrollándolo gradualmente.

En lo que se refiere al conocimiento de la disciplina, conocimiento pedagógico general, conocimiento del contexto y conocimiento de la disciplina, Abell (2007) retoma las propuestas de Shulman (1987), Grossman (1990) y Magnusson et al. (1999); sin embargo, en lo que se refiere a las categorías discretas de conocimiento, la autora profundiza en la literatura referente. Los rasgos relevantes en relación con estas categorías son:

- Sobre las orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias, Abell (2007) asevera que no hay un consenso entre expertos de la didáctica de las ciencias sobre la noción de orientaciones, por ejemplo, la autora reporta que para algunos tiene que ver con las creencias del profesor, para otros con las preferencias de enseñanza, las concepciones de enseñanza, las experiencias de los docentes e incluso las necesidades de los alumnos. Con el fin de delimitar el concepto de *orientaciones*, Abell se remite a una discusión teórica para clarificarlo, de acuerdo con la experta, las orientaciones son marcos de referencia que guían directa o indirectamente la práctica del maestro, y no siempre se basan en literatura académica, son personales, por lo que en ocasiones no se pueden sostener teóricamente, también pueden cambiar con el tiempo. Se podría inferir que las orientaciones “mediatiza[n] las opciones respecto al contenido, la metodología, la evaluación o los recursos a emplear” (Carrillo et al., 2013, p. 98).
- El conocimiento de los alumnos de ciencias se refiere a lo que saben los maestros sobre el aprendizaje de las ciencias. De acuerdo con Abell (2007), este conocimiento contempla los requerimientos para el aprendizaje de un contenido curricular, las dificultades y errores de los alumnos, las ideas previas y las concepciones alternativas. Además, implica un esfuerzo para el profesor quien, a través de la observación e interacción con sus alumnos, logra construir una mayor comprensión sobre el papel que juegan los errores, dificultades, ideas previas, etc., en el aprendizaje del contenido.
- En lo que se refiere al conocimiento del currículo de ciencias, Abell (2007) se apega a la propuesta de Magnusson et al. (1999) sobre la importancia del dominio de los estándares curriculares obligatorios y el dominio de los programas y materiales curriculares particulares. Abell hace énfasis en la importancia de que el profesor contemple, dentro de su conocimiento del currículo, los objetivos curriculares que

hacen referencia a cuestiones actitudinales y procedimentales, pues se tiende a darle mayor peso a los contenidos.

- Para explicar el conocimiento de las estrategias de instrucción, Abell (2007) se remite a la propuesta de Magnusson et al. (1999) en donde se incluyen las estrategias didácticas para enseñar una asignatura y las estrategias para enseñar un contenido particular de la asignatura (actividades y representaciones). De igual manera, para el conocimiento de la evaluación de ciencias también se basa en Magnusson et al. (1999) (dimensiones y métodos de la evaluación).

2.2.5. Aportaciones de Park y Oliver al conocimiento del profesor de ciencias

Aunque el CDC ha sido objeto de estudio desde hace más de 30 años, aún falta una mayor comprensión (Abell, 2008; Escudero-Ávila y Carrillo, 2020; Guerrero y Ribeiro, 2015). Park y Oliver (2008) afirman que existe una variedad de interpretaciones de la naturaleza del CDC lo que trae como consecuencia dificultades en su definición, caracterización y uso como herramienta conceptual para la formación docente. Ante esta preocupación, los autores hacen un replanteamiento de la conceptualización del CDC. Comenzando por la definición, Park y Oliver (2008) consideran que este conocimiento se refiere a:

La comprensión y representación del profesor sobre cómo ayudar a un grupo de estudiantes a entender un contenido específico usando múltiples estrategias, representaciones y evaluaciones mientras se trabaja entre limitaciones contextuales, culturales y sociales en un entorno de aprendizaje. (p. 264)

Los investigadores afirman que el CDC se desarrolla a partir de la reflexión sobre el conocimiento empleado en la práctica (*knowledge-in-action*) y el conocimiento sobre la práctica (*knowledge-on-action*). Lo anterior es congruente con autores como Shulman (1986, 1987), Grossman (1990), Abell (2007), quienes plantean la construcción del conocimiento a partir de la experiencia, el proceso de planeación, la enseñanza repetitiva de un tema, los problemas enfrentados en el aula, etc.

Otra característica del CDC, además de su desarrollo a partir de la reflexión, es la relación que tiene con cuestiones afectivas del docente. De acuerdo con Park y Oliver (2008), la opinión que el docente tiene sobre su propio CDC influye en su eficiencia, confía en sus conocimientos, lo demuestra en sus decisiones didácticas y en su *performance* en

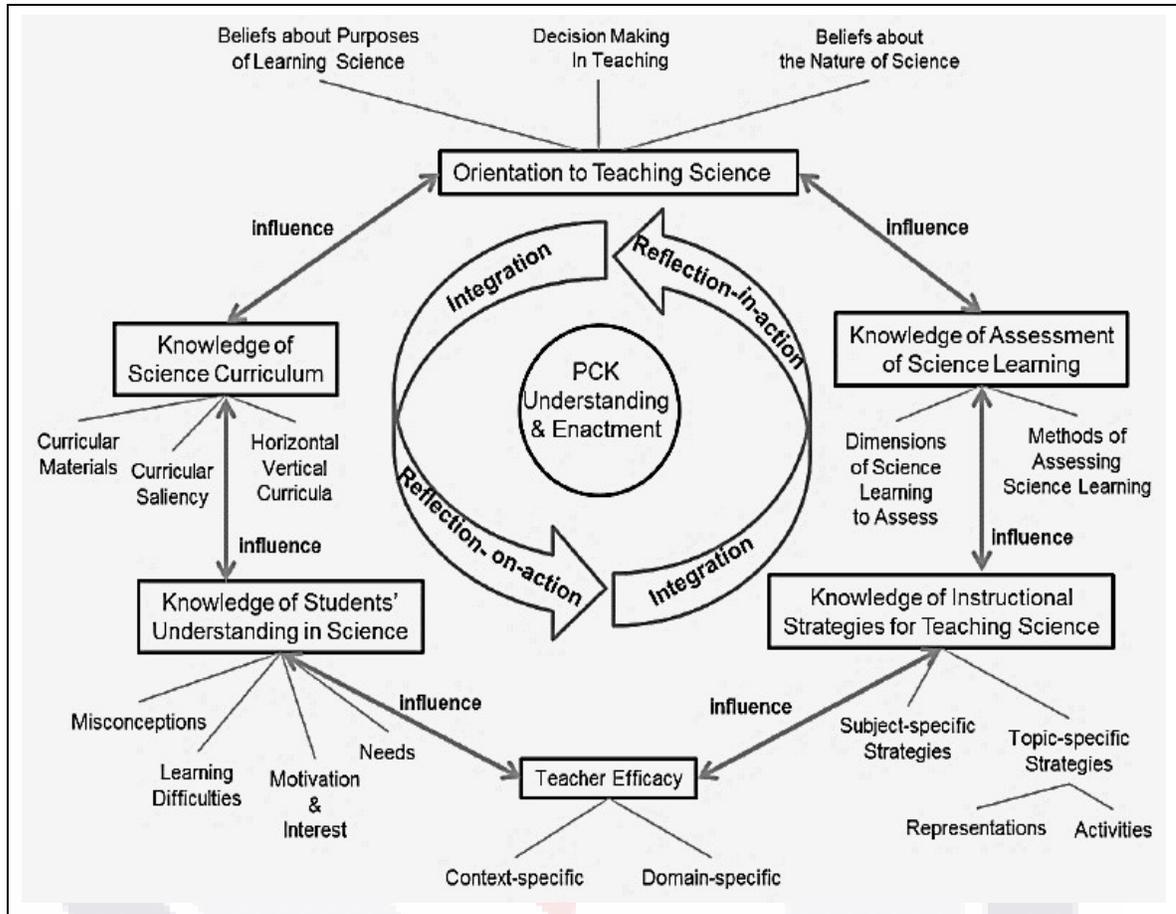
el aula; por su parte, aquellos profesores que no demuestran seguridad tenderán a dudar y evitar situaciones que los pongan en una situación vulnerable.

La última característica que se señala en torno al CDC es su rasgo idiosincrático. Se asume que cada profesor desarrolla su propio CDC, y esto lo hace diferente a los demás. Para Park y Oliver (2008), esta diferencia se debe a cuatro factores principales, las orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias, las características de sus estudiantes, las experiencias del profesor y sus características personales (e.g., intereses personales).

Los componentes que incluyen el CDC son: 1) orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias, 2) conocimiento de las comprensiones de los alumnos de ciencias, 3) conocimiento del currículo de ciencias, 4) conocimiento de las estrategias y representaciones para la enseñanza de las ciencias, 5) conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias y 6) eficiencia docente. La integración de estos componentes conforma el *Modelo Hexagonal del Conocimiento Didáctico del Contenido para la Enseñanza de las Ciencias* (ver Figura 2.5). La eficiencia docente (*teacher efficacy*) se vincula a la percepción de autoeficiencia de cada profesor, se origina dentro de un contexto específico y a raíz del dominio del profesor sobre alguna cuestión de su CDC (e.g., diseño de actividades prácticas). Lorenzo (2012) indica que la eficiencia docente está más ligada a lo afectivo que a lo cognitivo.

Figura 2.5.

Modelo Hexagonal del Conocimiento Didáctico del Contenido para la Enseñanza de las Ciencias de Park y Oliver (2008)



Fuente: Park y Oliver (2008, p. 279).

2.2.6. Aportaciones de Valbuena al conocimiento del profesor de biología

El trabajo de Valbuena (2007, 2011) está centrado en el desarrollo del modelo *Conocimiento Profesional de Profesor de Biología (CPPB)*, al igual que los modelos de Grossman (1990), Magnusson et al. (1999), Abell (2007) y Park y Oliver (2008), el eje de este modelo es el CDC, pero en su caso se habla particularmente del *Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB)*.

Para Valbuena (2007, 2011) el CDCB está enmarcado por tres tipos de conocimientos: metadisciplinar, contextual y cultural. Para explicar el conocimiento metadisciplinar, Valbuena (2007, p. 166) cita a Rivero (1996), quien menciona que este conocimiento metadisciplinar está constituido por los siguientes componentes:

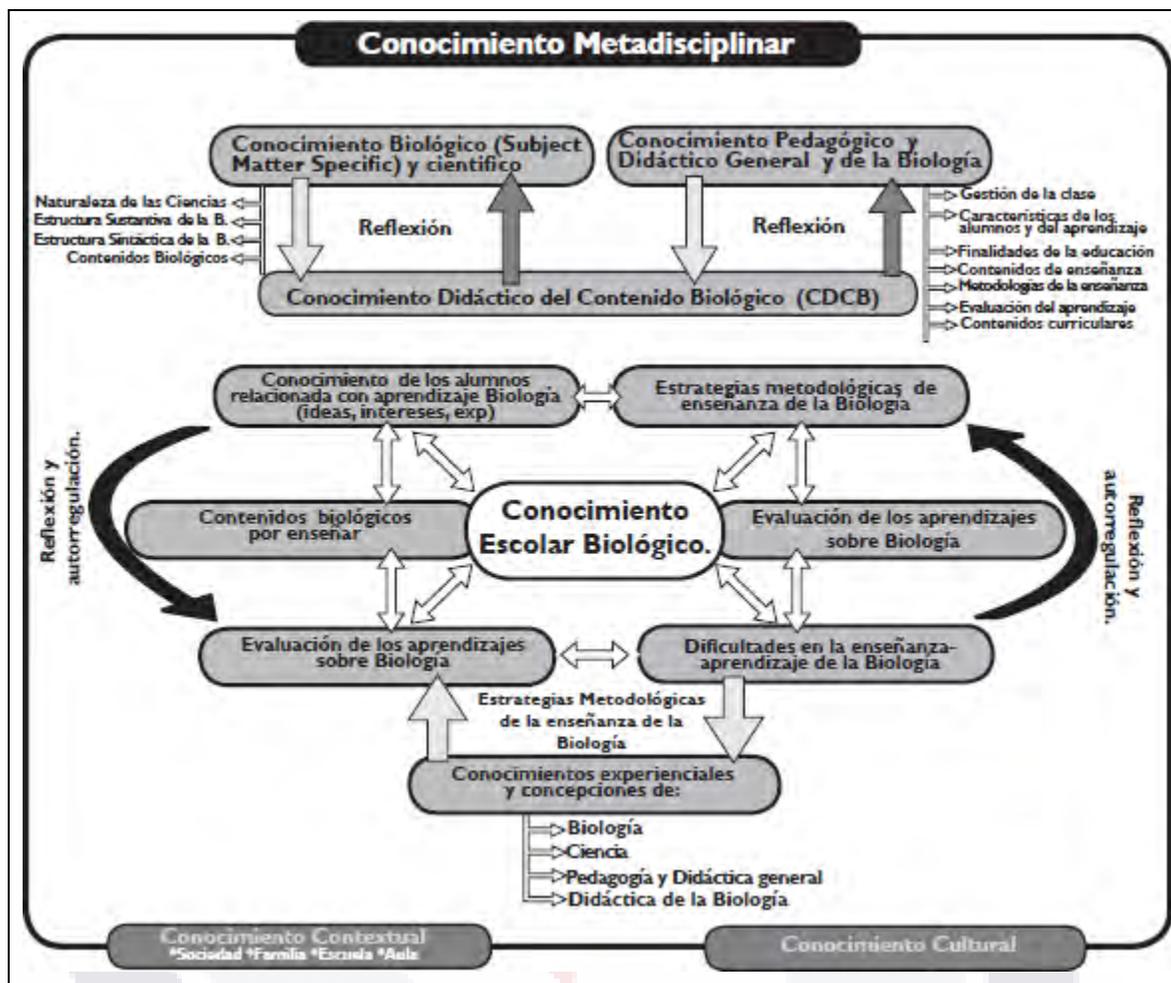
- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- El conocimiento sobre la naturaleza de los conocimientos disciplinares.
 - El análisis histórico, epistemológico y sociológico de los contenidos disciplinares (la forma como evolucionan los paradigmas científicos, cómo se superan los obstáculos, etcétera).
 - Las cosmovisiones ideológicas (que definen el para qué y el porqué de las decisiones en los campos científico, cotidiano y escolar).
 - Las nociones transdisciplinares comunes a diferentes disciplinas y que estructuran diferentes campos del conocimiento.

Para Valbuena (2007), el conocimiento que se enseña en el aula no está limitado solo por la lógica de la biología, existentes otros marcos más generales, de aquí la importancia del conocimiento metadisciplinar. Por otra parte, el conocimiento contextual y el conocimiento cultural se refieren a la relación del docente con su entorno en términos sociales, culturales, familiares, escolares y áulicos. Valbuena (2011) afirma que el conocimiento docente no está desligado a su realidad personal, escolar y cultural, pues estos son los contextos donde el profesor se ha formado como individuo y profesionalista.

Como se muestra en la Figura 2.6, Valbuena (2011) concibe al CDCB como una integración y transformación de los conocimientos científico y biológico, así como de los conocimientos pedagógico/didáctico general y conocimiento didáctico de la biología. La interacción entre el CDCB y los conocimientos mencionados, generan una reflexión que conlleva a mejoras en la práctica docente.

Figura 2.6.

Modelo del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología de Valbuena (2011)



Fuente: Valbuena (2011, p. 37).

La construcción del CDCB facilita la enseñanza del conocimiento escolar biológico que, como se muestra en la Figura 2.6, se apoya de varios elementos, todos ellos relacionados con este modelo de conocimiento (Valbuena, 2011), los cuales son: el conocimiento del aprendizaje de la biología, las estrategias de enseñanza de la biología, la evaluación de los aprendizajes de la biología, las dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la biología, y los contenidos del currículo de biología. Una característica del modelo de Valbuena (2011) es la interacción que se da entre todos elementos del conocimiento escolar biológico. Esta interacción permite que el maestro reflexione sobre los procesos que se llevan en el aula y las formas de mejorarlos.

Valbuena (2007, p. 190) señala que el CDCB pretende que el profesor logre contestar las siguientes preguntas que se relacionan con la enseñanza del conocimiento biológico escolar, por lo que son indispensables para la práctica del maestro:

1. ¿Qué contenidos de biología enseñar?
2. ¿Qué, cómo, quién, cuándo, y para qué, evaluar los aprendizajes de los contenidos biológicos?
3. ¿Cómo enseñar dichos contenidos?
4. ¿Qué propósitos tiene la enseñanza de la biología?
5. ¿Qué dificultades existen en la enseñanza y aprendizaje de la biología, y cómo superarlas?
6. ¿Cómo conocer y utilizar didácticamente las ideas de los alumnos acerca de contenidos biológicos?

Una característica del CDCB es su construcción a partir de tres fuentes de información (Valbuena, 2007). La primera es la fuente teórica que consiste en los conocimientos académicos (conocimiento biológico y científico, conocimiento didáctico de las ciencias y conocimiento pedagógico general). La segunda es la fuente práctica que se relaciona con el conocimiento experiencial y concepciones de la biología, la ciencia, la pedagogía y didáctica general que están inmersos en la práctica del maestro. Finalmente, se encuentra la fuente contextual que se refiere al conocimiento del contexto educativo, social, familiar, escolar (ver Figura 2.6).

2.2.7. Aportaciones de Fonseca al conocimiento del profesor de biología

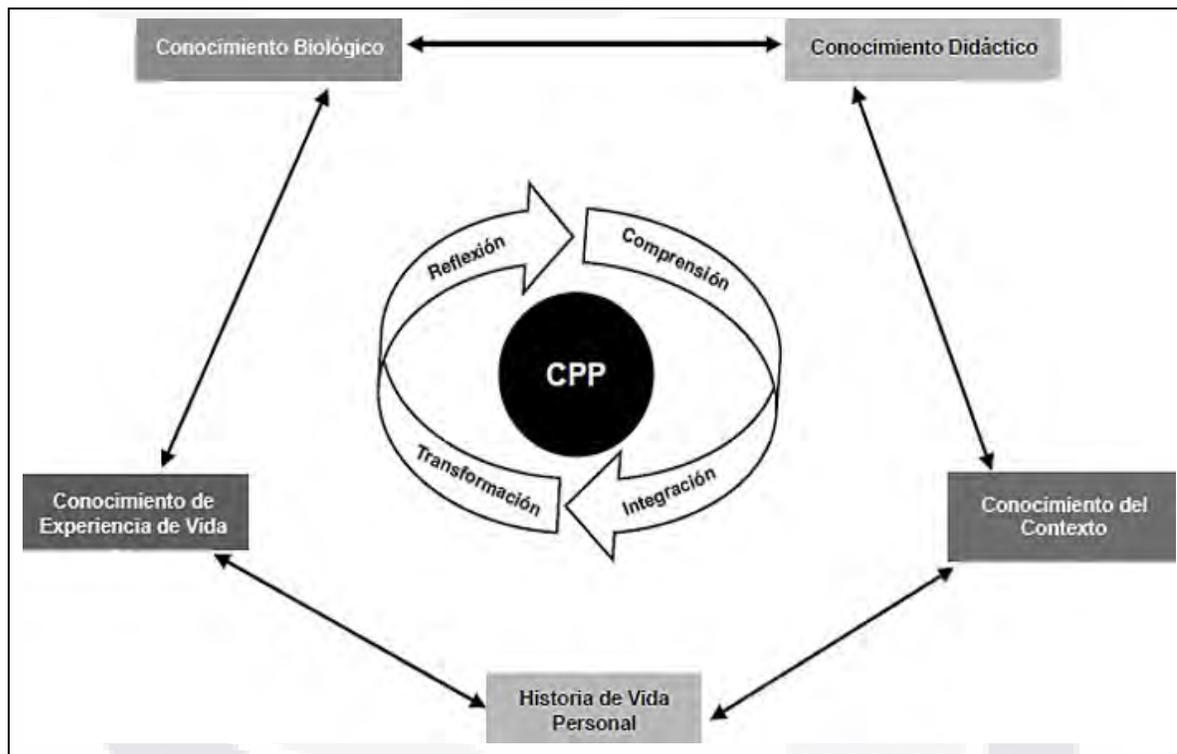
Al igual que Valbuena (2007, 2011), Fonseca (2018a) presenta su propio modelo de CPPB basado en los resultados de un estudio donde colaboró un profesor en formación. En esta investigación, se describe al CPPB como el resultado de integrar y transformar distintos saberes relacionados con la experiencia del profesor, su historia personal, su conocimiento de la biología, y su conocimiento de la enseñanza de las ciencias y la biología (Fonseca, 2020b). Fonseca (2018a) coincide con Park y Oliver (2008) en que el CPPB se deriva de la reflexión en y sobre la práctica, puntualiza que esta reflexión docente gira en torno el proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos estructurantes biológicos.

Una característica del modelo de Fonseca (2018a, 2020a, 2020b), en contraste con el de Abell (2007), Grossman (1990), Magnusson et al. (1999), Park y Oliver (2008) y

Valbuena (2007, 2011) quienes dan énfasis al CDC, es poner en el centro al *Conocimiento Profesional del Profesor* (CPP) (ver Figura 2.7). De acuerdo con Verdugo-Perona et al. (2017), el CPP está relacionado con el CDC y “[...] es el tipo de conocimiento que distingue a un profesor de un científico y en su núcleo está la manera en que transforma los contenidos científicos para enseñarlo” (pp. 587-588).

Figura 2.7.

Modelo del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología de Fonseca (2018a, 2020a)



Fuente. Fonseca (2020a, p. 147).

Los primeros conocimientos que se describen en el modelo de Fonseca (2018a, 2020a) son los de tipo académico, relacionados con la biología y la didáctica. En relación con el biológico, este aparece durante las fases de planeación, la práctica *in situ* y la reflexión después de la praxis; por ejemplo, el maestro consulta el contenido biológico *per se* para saber qué de ese contenido va a enseñar (conceptos, ideas, fórmulas, leyes, fundamentos históricos), de modo que lo transforma gracias a su conocimiento didáctico (metodologías de enseñanza, saberes curriculares y del aprendizaje) (Fonseca, 2020a).

El resto de los conocimientos son de tipo experiencial (Fonseca 2018a, 2020a), se integran los relacionados con la experiencia de vida, la historia de vida personal y el

conocimiento del contexto. El conocimiento de experiencia de vida hace referencia a los conocimientos que “se producen a través de la reflexión de lo que sucede en la práctica misma, su origen es contextual, con un grupo particular, en relación con un aspecto singular, que puede instalarse como un principio de actuación en contextos similares” (Fonseca, 2020a, p. 153). Por ejemplo, una docente de biología que trabaje en una escuela rural, luego de un proceso de observación, reflexión y comprensión sus métodos de evaluación, generará ciertos principios de actuación –referentes a la evaluación– necesarios para desempeñar su labor en contextos similares (Fonseca, 2020a). También se incluyen aquellas experiencias del maestro en otras áreas profesionales además de la docencia, por ejemplo, si el docente ha trabajado haciendo investigación o en una institución gubernamental, estas experiencias formarán parte de su conocimiento.

Por otro lado, el conocimiento del contexto toma en cuenta el lugar (barrio, distrito, localidad) donde el profesor desarrolla su labor y las cuestiones sociales, económicas, culturales que concurren en este (Fonseca, 2020b). La historia de vida, considerada por Fonseca (2020a) como conocimiento histórico personal, que se refleja en la manera de actuar y pensar del maestro, le provee de objetivos y motivaciones de enseñanza que van más allá del currículo (e.g., que los alumnos transformen sus adversidades en oportunidades). La historia de vida da sentido moral a la práctica del profesor.

La relevancia de este modelo en la comprensión del conocimiento del profesor de biología radica en la posición del maestro, no solo como un individuo cognoscente, sino como un individuo con una historia propia, experiencias, con filosofías y motivaciones personales que van permeando sus prácticas de enseñanza.

2.3. Modelo del Conocimiento Especializado del Profesor de Biología

El modelo del Conocimiento Especializado del Profesor de Biología, BTSK, surgió recientemente como una propuesta para comprender y caracterizar el conocimiento profesional de los docentes de biología (Luís et al., 2021a; Luís y Carrillo, 2020; Marques y Gomes, 2020). Este nace de la propuesta original de Carrillo y su equipo de la Universidad de Huelva quienes desarrollaron el modelo *Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas* (MTSK, *Mathematics Teacher’s Specialized Knowledge*), y del cual se han desprendido otros modelos para analizar el conocimiento de profesores de física (PTSK), química (CTSK) y lenguas (LTSK) además de biología (BTSK)⁹. En relación con este

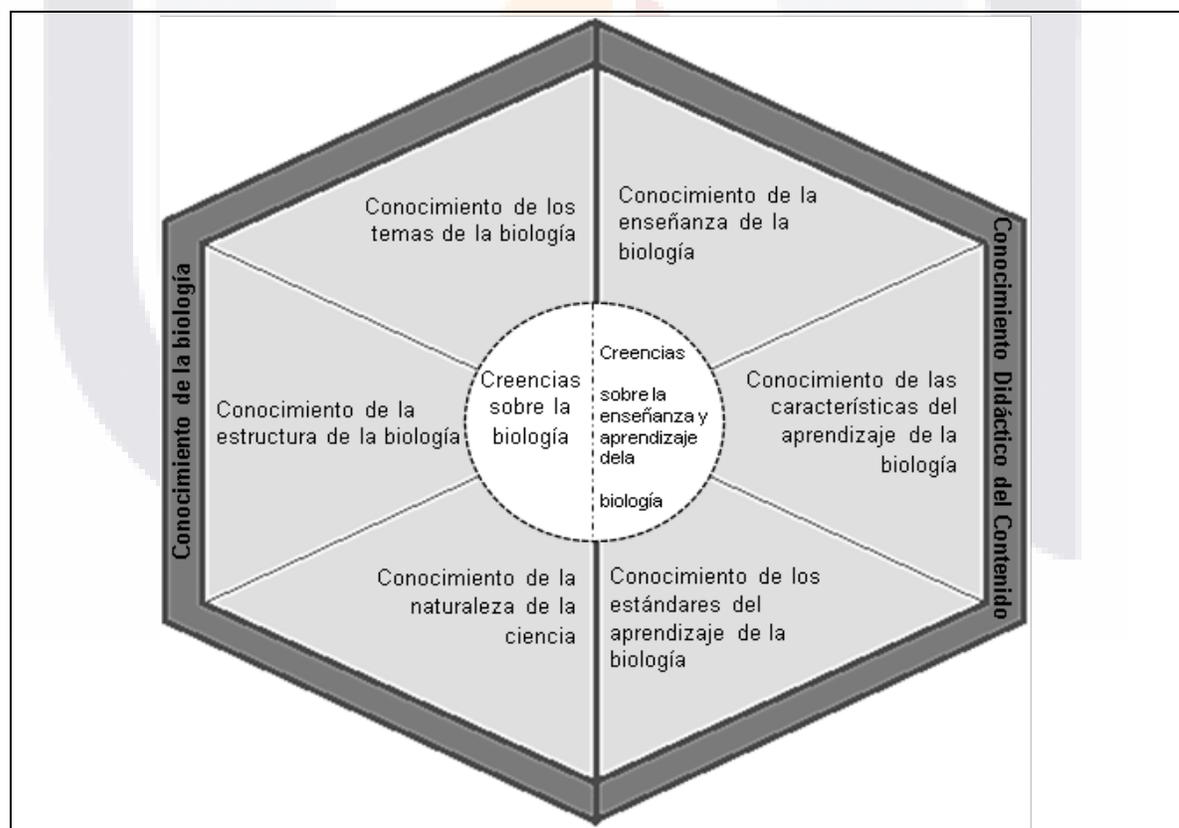
⁹ Siglas en inglés para Conocimiento Especializado del Profesor de Química (*Chemistry Teacher’s Specialized*

modelo, el constructo conocimiento especializado del profesor hace referencia al conocimiento que tiene exclusivamente el docente y que lo hace un especialista en la enseñanza de esta ciencia (Muñoz-Catalán et al., 2015).

Al considerar que “la epistemología de una ciencia difiere de la epistemología de otra; no es posible reducir el conocimiento científico a un esquema epistemológico único” (Bellini, 2007, p. 4), por ello, los creadores del BTSK llevaron a cabo investigaciones empíricas y discusiones teóricas del modelo (Luís y Carrillo, 2020; Marques y Gomes, 2020; Carneiro et al., 2021; Luís et al., 2021a; Luís et al., 2021b; Marques et al., 2021a; Marques et al., 2021b; Marques y Gomes, 2021). A través de estas revisiones y estudios se logró elaborar un modelo teórico-empírico (Luís, 2021), que integrara los dominios y subdominios pertinentes para el conocimiento del docente de biología (ver Figura 2.8).

Figura 2.8.

Conocimiento Especializado del Profesor de Biología (BTSK) de Luís y Carrillo (2020)



Fuente. Luís y Carrillo (2020, p. 31).

Knowledge – CTSK), Conocimiento Especializado del Profesor de Física (Physics Teacher’s Specializad Knowledge – PTSK), y Conocimiento Especializado del Profesor de Lengua (Language Teacher’s Specializad Knowledge – LTSK).

Para conceptualizar el BTSK es necesario primero remitirse a una postura teórica que explique qué es el conocimiento. Luís et al. (2021b) parten de la definición de Pajares (1992) para definir el conocimiento como una red de conceptos, imágenes y habilidades inteligentes que funcionan como información que las personas poseen y utilizan para llevar a cabo tareas y resolver problemas. Para Escudero-Ávila y Carrillo (2020) y Schoenfeld (2010), el conocimiento no debe ser calificado como correcto o incorrecto si el propósito del académico es conocer cómo es y de dónde proviene el conocimiento del profesor, ya que se refiere a la información que este posee, coincida o no con la literatura y el investigador. Desde esta perspectiva, el BTSK es un modelo de conocimiento descriptivo, no responde a un posicionamiento prescriptivo que enumere los conocimientos que sí y aquellos que no pertenecen al profesor (Luís, 2021).

El BTSK es un modelo que integra dos dominios (el CDC y el dominio del conocimiento de la biología) y como centro tiene las creencias del profesor. Cada dominio está compuesto a su vez de tres subdominios (ver Figura 2.8). El conocimiento de la biología tiene como subdominios el conocimiento de los temas, el conocimiento de la estructura de la biología y el conocimiento de la NdC; por su parte, el CDC se conforma del conocimiento de la enseñanza de la biología, conocimiento de las características del aprendizaje de la biología y el conocimiento de los estándares del aprendizaje de la biología. En lo que se refiere a las creencias, éstas son de dos tipos: sobre la biología y en torno al aprendizaje de la biología.

En palabras de Aguilar et al. (2014), el BTSK es un modelo complejo e integrado porque articula diversos conocimientos (i.e., dominios y subdominios), construyendo así una red de saberes que difícilmente se pueden aislar. Para una mayor comprensión del BTSK, es necesario remitirse a la naturaleza y características de los conocimientos que lo integran. De acuerdo con Aguilar et al. (2014) y Luís (2021), el conocimiento especializado del profesor se caracteriza por ser personal (está íntimamente ligado a sus valores, ideales, ideales y experiencia docente y vital, lo que Fonseca (2018a) reconoce como *historia de vida*), contextualizado (dado que la práctica docente se desarrolla en contextos profesionales específicos), práctico (es para la práctica y se origina de la reflexión de la misma), dinámico (se nutre y evoluciona a raíz de las interacciones con los estudiantes y experiencias en el aula y el entorno personal), parcialmente tácito (el profesor no siempre está consciente de su conocimiento, sin embargo, este puede ser observado por el investigador en su práctica y discurso en el aula).

En seguida, se explican a mayor detalle cada uno de los dominios con sus respectivos subdominios, así como las creencias que subyacen el conocimiento del profesor de biología y que están referidas en la Figura 2.8.

2.3.1. Conocimiento de la biología

El grado de dominio de la biología del profesor y del biólogo no necesariamente son las mismas, el biólogo es un experto de la disciplina, en cambio, el docente es un experto en la didáctica de la biología, esto implica una reflexión del profesor de biología sobre “qué y cómo conoce/debe conocer” de la disciplina (Aguilar et al., 2014, p. 72). Grossman et al. (2005) definen al conocimiento de la biología como la organización de principios, información y conceptos centrales, así como la manera en que se relacionan los conceptos dentro de la biología y con otras áreas del conocimiento. En el marco del BTKS (Luís, 2021), el conocimiento de la biología es un dominio que integra tres subdominios de conocimiento que debe desarrollar el profesor para poder enseñar biología:

- Conocimiento de los temas de la biología, en relación con definiciones, fenómenos, teorías, leyes, representaciones, imágenes de un concepto, procedimientos, aplicaciones y atributos de la biología.
- Conocimiento de la estructura de la biología, se refiere a la conexión de los diferentes contenidos de la biología.
- Conocimiento de la NdC. Para Daza y Arrieta (2018), este conocimiento es indispensable para que los profesores puedan explicar la biología y se trata del dominio que tienen sobre la epistemología, la historia y la sociología de la ciencia.

Los subdominios del conocimiento de la biología representan lo que Abell (2007) y Tolosa (2022) llaman *estructura sintáctica y sustantiva de la biología*. En palabras de Bernal y Valbuena (2011), la estructura sintáctica de la materia se entiende como las formas en las que los científicos construyen y aceptan el nuevo conocimiento dentro de la disciplina a través de instrumentos de indagación, cánones de evidencias y pruebas válidas. Por su parte, Becerra (2013) considera que la estructura sustantiva de la materia comprende los elementos de su objeto de estudio (lo vivo en la biología), los marcos exploratorios o conceptuales que orientan la biología y su investigación, la tradición científica (qué tan antiguos o recientes son los marcos explicativos de la biología), el estatus epistemológico (las características propias de la biología), la perspectiva interdisciplinar (relación de la

biología con otras ciencias) y la organización disciplinar (disciplinas que constituyen a la biología). Asimismo, Bernal y Valbuena (2011) añaden que la estructura sustantiva se forma a partir de principios básicos, conceptos y teorías que organizan los hechos más específicos de la disciplina, esto es, su estructura conceptual. Como se deja ver, estas estructuras de la biología están incluidas en el conocimiento de los temas de la biología, conocimiento de la estructura de la biología y conocimiento de la NdC.

El conocimiento de la biología es imprescindible para la enseñanza de la biología y la comprensión del CDC, ya que le brinda al docente comprensión teórica para construir explicaciones y representaciones adecuadas al nivel cognitivo del alumno, diversificar las actividades didácticas, ayudar a que el alumno construya conocimiento científico escolar a partir de trabajos prácticos (Del Carmen, 2011), generar autonomía del libro de texto (Tolosa, 2022), y generar razonamiento en torno a la organización de temas y conceptos para presentarlos a los alumnos de forma coherente (Luís, 2021).

2.3.2. Conocimiento didáctico del contenido

El Conocimiento didáctico del contenido (CDC) se refiere a la comprensión y representación, propias del profesor, que sirven de guía para diseñar/adaptar/seleccionar diversas estrategias de enseñanza, métodos de evaluación y representaciones para que los alumnos entiendan un contenido “mientras se trabaja entre limitaciones contextuales, culturales y sociales en un entorno de aprendizaje” (Park y Oliver, 2008, p. 264).

Esta definición es congruente con las definiciones de Pajares (1992) y Schoenfeld (2010), en tanto que en el CDC el profesor desarrolla comprensión y representación (conceptos, imágenes, información) para realizar la tarea de enseñanza y resolver los problemas de la práctica. El CDC puede verse como una herramienta teórica (Leal, 2014) que el maestro tiene, emplea y construye a través de la experiencia y de la integración de “saberes de distintas naturalezas” (Carrillo et al, 2014, p. 16). Esta herramienta teórica le sirve al profesor para dar clases, y a los investigadores para comprender las acciones del maestro y sus decisiones pedagógicas.

Por su parte, para Luís y Carrillo (2020) y Luís (2021), el CDC está compuesto por tres subdominios que interactúan entre sí:

- Conocimiento de la enseñanza de la biología, que se refiere a las estrategias de enseñanza de la biología, secuencias didácticas, uso de recursos y materiales

didácticos y lenguaje (e.g., analogías y metáforas). Este conocimiento implica la capacidad del profesor para conocer el potencial de las estrategias, materiales de enseñanza, recursos didácticos, secuencias didácticas, etc., así como sus ventajas y desventajas.

- Conocimiento de las características del aprendizaje de biología, es el conocimiento del profesor sobre cómo los alumnos aprenden y viven la biología, del lenguaje empleado por ellos para aprender esta asignatura. Se incluyen las concepciones alternativas, ideas previas e intuiciones de los alumnos. Los autores también hacen referencia a las ventajas y dificultades que presentan los alumnos durante la enseñanza de un contenido.
- Conocimiento de los estándares de biología. Conocimiento sobre los parámetros de aprendizaje de la biología, las normas y programas educativos, la estructura curricular y los materiales curriculares. Se incluye el conocimiento del docente sobre los planes y programas curriculares de niveles académicos previos y futuros.

Es importante señalar que en el BTKS no hay una jerarquía de dominios (conocimiento de la biología y CDC), para los autores los conocimientos están integrados y existe una interacción entre ellos (ver Figura 2.8). En este modelo se plantea como objetivo del CDC la comprensión y representación del contenido biológico desde el punto de vista de un contenido para la enseñanza (Conocimiento de la enseñanza de la biología), de un contenido para el aprendizaje (Conocimiento de las características del aprendizaje de biología) y desde una visión de los objetivos de enseñanza y aprendizaje que se pretenden lograr (Conocimiento de los estándares de biología) (Aguilar et al., 2014).

2.3.3. Creencias sobre la biología, la enseñanza y su aprendizaje

En concordancia con Park y Oliver (2008) y Valbuena (2007), las creencias tienen un rol relevante en la comprensión del conocimiento del profesor. Según lo señalado por Ponte (1994), las creencias son verdades personales, se derivan de las experiencias cotidianas y de las reflexiones, tienen un componente afectivo y hay un grado de convencimiento; además, pueden o no basarse en hechos y evidencias. En el contexto del BTKS, Luís y Carrillo (2020) establecen dos tipos de creencias:

- Creencias sobre la biología, se refieren a las ideas de los maestros sobre el conocimiento biológico, cómo se produce, se fundamenta y valida (Luís, 2021).

Ejemplo de lo anterior es la idea de que el conocimiento nuevo surge de una hipótesis, que posteriormente debe ser validada o refutada a través de experimentos (Serrallé et al., 2021).

- Creencias sobre la enseñanza y aprendizaje de la biología, se relaciona con lo que Luís (2021) llama las opciones pedagógicas, metodologías de enseñanza y tendencias didácticas que el docente cree son las adecuadas para que un grupo de alumnos aprenda un contenido. Ejemplo de ello es cuando un profesor da prioridad a técnicas de gamificación, mientras que otro le da al uso de laboratorio.

Dentro del BTKS, las creencias tienen un papel relevante, ya que permean cada uno de los subdominios de conocimiento (biología y CDC). Para comprender a profundidad el conocimiento profesional del maestro y su práctica, es necesario indagar en las creencias del profesor (Aguilar et al., 2014). Aunque el presente estudio no se enfoca en comprender las creencias del profesor, de acuerdo con lo antes expuesto, es conveniente revisar cómo se conceptualizan dentro del BTKS para tener un mayor entendimiento del CDC propuesto por Luís y Carrillo (2020).

2.4. Enseñanza de la naturaleza de la ciencia

Para Bennássar et al. (2010) y Cañal (2011), la enseñanza de las ciencias en la escuela tiene como propósito la alfabetización científica del alumnado, que consiste en la adquisición de conocimientos y habilidades procedimentales y el entendimiento de lo que es la ciencia, cómo cambia con el tiempo, cómo construye conocimientos y cómo es su relación con la sociedad y la cultura (García-Carmona, 2014). Así, varios autores han sugerido la inclusión de la NdC en el proceso de enseñanza y aprendizaje que tiene lugar en las aulas (Acevedo, 2009b; Acevedo y García, 2016; Bogdan, 2020; García-Carmona, 2014; Lederman, 1999; McComas et al., 2002; McComas, 2017; Vázquez y Manassero, 2012).

En palabras de Abd-El-Khalick (2012), Acevedo y García (2016) y Lederman et al. (2013), no existe un consenso entre filósofos, historiadores y sociólogos sobre la definición de la NdC. Para Bennássar et al. (2010) y Vázquez et al. (2001), es una tarea compleja definir la NdC, en tanto que se trata de un término que integra cuestiones relacionadas con filosofía, historia, sociología, psicología de la ciencia y otras disciplinas. No obstante, expertos como McComas et al. (2002) se han esforzado por definirla; por ejemplo, estos autores refieren lo siguiente:

La naturaleza de la ciencia es un campo híbrido fértil que combina aspectos de varios estudios sociales de la ciencia, incluida la historia, la sociología y la filosofía de la ciencia, combinados con la investigación de las ciencias cognitivas, como la psicología, en una descripción rica de qué es la ciencia y cómo funciona, cómo los científicos operan como grupo social y cómo la sociedad misma dirige y reacciona a los esfuerzos científicos. (p. 4)

Otros autores (Acevedo et al., 2017; Vázquez et al., 2004, citados en Bennássar et al., 2010) añaden que la NdC es un metaconocimiento que surge de reflexiones interdisciplinarias de especialistas, científicos y expertos en la enseñanza de las ciencias. Para fines de este estudio, y con base en la revisión de literatura (e.g., Acevedo et al., 2017; McComas et al., 2002; Vázquez et al., 2004, citados en Bennássar et al., 2010), la NdC se puede definir como un metaconocimiento producido por científicos y expertos de distintas áreas del saber (educación, historia, filosofía, sociología, economía, psicología, epistemología, etc.), cuyo propósito es comprender qué es la ciencia, cómo funciona, cómo se construye el conocimiento científico, cómo trabaja la comunidad científica y cuáles son sus vínculos con la sociedad y la cultura.

De acuerdo con Vildósola (2009), la primera tarea –y la más fundamental– que tienen los profesores de ciencias es entender adecuadamente lo que implica la NdC. Esto debido a que enseñar ciencias es más que mostrar conceptos y procesos, la NdC exige al profesor reflexionar sobre cuestiones epistemológicas, sociales y morales de la ciencia que pueden ser un referente para las actividades didácticas y los contenidos curriculares que fomentan una visión integral de la ciencia y del científico. Carreño (2014) aseveró que la NdC es una pieza clave en la educación científica, dado que provee el andamiaje que da sentido, coherencia y relevancia a la enseñanza de las ciencias.

Por su parte, McComas (2017) destaca cinco razones por las cuales los docentes deben integrar la NdC en su enseñanza: a) razón utilitaria, porque la NdC es necesaria para conocer los procesos y objetos científicos y tecnológicos presentes en la vida cotidiana; b) razón democrática, dado que la NdC coadyuva en la toma de decisiones sobre asuntos sociocientíficos; c) razón cultural, en tanto que la NdC ayuda a la comprensión de que la ciencia es parte del acervo cultural de la sociedad; d) razón moral, puesto que la NdC enseña que la comunidad científica tiene una responsabilidad moral hacia su trabajo y la sociedad; y e) razón de aprendizaje científico, pues la NdC, la intersección de la filosofía,

la historia, la sociología y la psicología de la ciencia en el proceso de enseñanza de las ciencias tienen un impacto favorable en el aprendizaje del alumno (McComas et al., 2002). La lista anterior reafirma la importancia de articular la NdC en el proceso de enseñanza para favorecer la alfabetización científica del estudiante y mostrar una imagen adecuada de la ciencia y el colectivo científico.

De igual manera, García-Carmona (2014) plantea que la NdC puede abordarse como un contenido curricular diferenciado del resto, o a través de un contenido curricular tradicional. Ya sea que el profesor decida enseñar de forma diferenciada o integrada, existen cuestiones sobre la NdC que deben ser abordadas en el currículo escolar, las cuales se agrupan en cuatro temas: naturaleza del conocimiento científico, ciencia y tecnología, sociología interna de la ciencia, y sociología externa de la ciencia (Manassero et al., 2001, citados en Acevedo y García, 2016) (ver Tabla 2.1).

Tabla 2.1.

Cuestiones de la NdC para la enseñanza de las ciencias naturales

Tema	Cuestiones
1. Naturaleza del conocimiento científico.	1.1. Cargado de teoría, pero con base empírica. 1.2. Tentativo, pero fiable. 1.3. Objetivo mediante la intersubjetividad dentro de la comunidad científica. 1.4. Observaciones e inferencias. 1.5. Estatus de hipótesis, teorías y leyes. 1.6. Creatividad e imaginación. 1.7. Pluralismo metodológico. 1.8. Supuestos de la ciencia. 1.9. Paradigmas y coherencia conceptual. 1.10. Razonamiento lógico. 1.11. Modelos científicos. 1.12. Esquemas de clasificación. 1.13. Precisión e incertidumbre. 1.14. Matematización. 1.15. Serendipia y error. 1.16. Simplicidad, elegancia y belleza.
2. Ciencia y tecnología.	2.1. Ideas sobre ciencia. 2.2. Ideas sobre tecnología. 2.3. Diferencias y relaciones entre ciencia y tecnología. 2.4. Investigación, desarrollo e innovación (I+D+I). 2.5. Ideas sobre tecnociencia.
3. Sociología interna de la ciencia.	3.1. Construcción social del conocimiento científico. <ul style="list-style-type: none"> • Comunidades de científicos. • Grupos de trabajo.

Tema	Cuestiones
	<ul style="list-style-type: none"> • Competencias profesionales. • Actividades profesionales. • Toma de decisiones. • Comunicación profesional. • Revisiones por pares. • Interacciones sociales. • Influencia nacional y local. • Ciencia privada y ciencia pública. <p>3.2. Cuestiones personales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sentimientos, intereses y motivaciones. • Valores y normas. • Moral y ética. • Ideologías. • Visiones del mundo y creencias religiosas. <p>3.3. Género y feminismo.</p>
<p>4. Sociología externa de la ciencia.</p>	<p>4.1. Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructuras de poder político y factual (gobierno, industria, ejército y lobbies). <p>4.2. Influencia general en científicos y tecnólogos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Financiación de la ciencia. <p>4.3. Influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organizaciones e interacciones sociales. • Problemas sociales. • Responsabilidad social. • Decisiones sociales. • Resolución de cuestiones sociales. • Contribución al bienestar económico, el poder militar y el pensamiento social. <p>4.4. Influencia de la ciencia escolar en la sociedad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instituciones educativas. • Características de la ciencia escolar. • Culturas humanística y científica. • Ciencia ciudadana. • Divulgación social de la ciencia y empoderamiento social.

Fuente. Manassero et al. (2001, citados en Acevedo y García, 2016, pp. 5-6).

Como puede observarse en la Tabla 2.1, el primer tema agrupa las cuestiones referentes a la epistemología de la ciencia. Buscar que los alumnos reflexionen sobre este tema de la NdC ayuda a romper con algunos de los mitos de la ciencia (la creencia de que los conocimientos científicos son verdades absolutas, pues solo hay un método científico, el cual es secuencial y sin paso a la creatividad, Chamizo, 2012).

En referencia a la ciencia y la tecnología, Castaño (2013) asevera que las cuestiones abordadas en este tema, como las ideas sobre ciencia y tecnología, sus diferencias, I+D+I

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

y la tecnociencia, presentan una imagen contemporánea del desarrollo de la ciencia, sus alcances y transformaciones, y el rumbo que se está tomando. Es innegable que la ciencia y la tecnología han permeado la sociedad moderna, pues ambas se encuentran inmersas en gran parte de las actividades humanas: comunicación, transporte, educación, arte, entretenimiento, política y salud. En este sentido, el conocimiento de los maestros sobre ciencia, tecnología y tecnociencia es imprescindible para que el alumnado comprenda cómo funciona el mundo en el que viven y se desenvuelven.

Al respecto de la sociología interna y externa de la ciencia, Castaño (2013) menciona que “la ciencia es una actividad humana que está condicionada por intereses sociales, económicos, políticos, culturales y religiosos. De esta manera, el contexto influye sobre la ciencia y viceversa” (p. 34). Entonces, resulta incongruente enseñar contenidos científicos aislados sin mostrar la interacción y la interdependencia entre la cultura y la sociedad, y cómo es que ambas avanzan de la mano.

Por consiguiente, la enseñanza de la NdC es una tarea compleja y un reto para el profesor de ciencias, quien debe abordarla a través de un grupo de alumnos con un perfil, unas necesidades y un contexto sociocultural particulares. Carreño (2014), por otro lado, propone tres estrategias para trabajar la NdC al aula. La primera es la ciencia contextualizada en situaciones sociocientíficas. De acuerdo con Zeidler et al. (2019), el abordaje de estas situaciones favorece la maduración de nociones epistemológicas, los aspectos sociomorales, el razonamiento emotivo, las actitudes positivas hacia la ciencia, la toma de decisiones, la participación ciudadana, el pensamiento crítico y las habilidades argumentativas y comunicativas, por mencionar algunas. Lo anterior se logra mediante el uso de situaciones controversiales sobre temas políticos, sociales y éticos que detonan en el alumno un dilema interno que pone a interactuar su sentido crítico, su razonamiento, su conocimiento científico y su moral (Torres, 2011).

La segunda estrategia es el uso de la historia y la filosofía de la ciencia para hablar de NdC con el alumnado. Acevedo-Díaz et al. (2017) señalan que el conocimiento científico debe enseñarse en referencia al contexto histórico y social en el que fue desarrollado; ello para que el alumno comprenda los retos por los que atraviesan los científicos en sus investigaciones y la labor de dicha comunidad para construir, admitir o rechazar ideas científicas. Asimismo, Garritz (2010) advierte que el uso de la historia, filosofía y sociología en la enseñanza de las ciencias presentan una imagen humanizada de las ciencias que

favorece el conocimiento estructural de éstas, y genera la reflexión en los estudiantes. Además, tal estrategia contribuye a que el progreso de la ciencia no se perciba como un proceso lineal, acabado y acumulativo desarrollado por un grupo de personas (científicos) con atributos y características míticas o estereotípicas (por ejemplo, un hombre en bata que trabaja aislado en un laboratorio desarrollando inventos) que los hacen diferentes al resto de la sociedad.

La tercera estrategia tiene que ver con la implementación de procedimientos y la indagación científica escolar. Esta se relaciona directamente con los trabajos prácticos, que son insustituibles en el campo de la didáctica de las ciencias naturales, pues facilitan la comprensión y la generación del conocimiento científico (Del Carmen, 2006). Garritz (2006) indica que la comprensión de la NdC a través de procedimientos e indagaciones es útil para enseñar a los alumnos, ya que el conocimiento científico tiene mérito y es confiable. Sumado a ello, Romo y Hernández (2009) consideran que esta estrategia resulta útil para que el profesor acerque a los alumnos a la forma de trabajo de la comunidad científica.

2.5. Enseñanza remota de emergencia

La pandemia por COVID-19 representó una disrupción en distintos ámbitos de la actividad humana, incluido el contexto educativo. Todo ello provocó la llegada de la ERE, que buscó sobrellevar el aislamiento social como medida para detener el avance de la enfermedad y resguardar la salud y vida de los estudiantes y personal educativo, sin privar al alumnado del derecho a la educación (De la Cruz, 2020). La ERE es un cambio temporal en la metodología de enseñanza que responde a situaciones de crisis y se caracteriza por una falta de planeación anticipada en infraestructura, cuyo propósito es brindar acceso a la enseñanza de una forma rápida, segura y fácil de configurar, con miras de regresar al modelo presencial cuando las condiciones lo permitan (Hodges et al., 2020; Whittle et al., 2020).

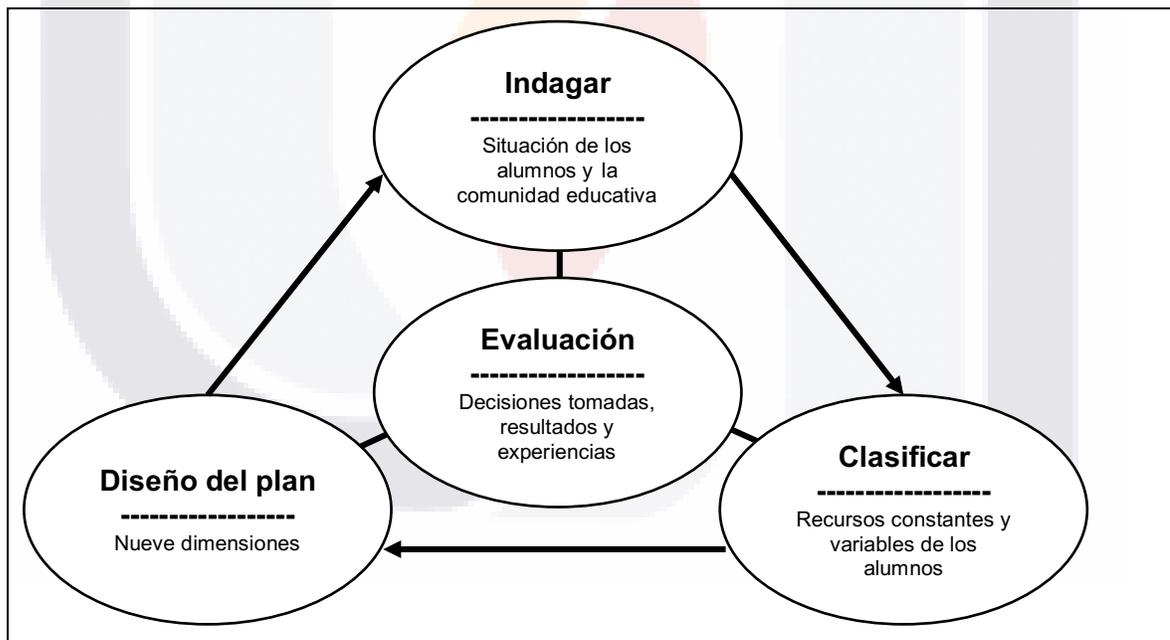
De acuerdo con Bozkurt y Sharma (2020), la ERE tiene un carácter obligatorio, se emplea para dar continuidad a la educación e implica que el profesor resuelva las carencias que se presentan sobre la marcha. En la ERE, la implementación y el diseño de actividades, materiales y recursos didácticos dependen de las condiciones momentáneas en las que se encuentran inmersos los actores educativos (profesores y alumnos), y esto origina un dinamismo en el docente, pues tiene que generar soluciones creativas para adaptar su enseñanza a las necesidades educativas.

Una cualidad de la ERE es la flexibilidad en los procesos de evaluación y enseñanza, en tanto que las condiciones de interacción con el alumno son diferentes a las que se dan en el salón de clases. Para continuar con la formación de los estudiantes durante la ERE, Ibáñez et al. (2020) sugieren a los docentes ser flexibles en términos de objetivos de enseñanza, contenidos del currículo, materiales didácticos, criterios de evaluación, fechas de recepción de los trabajos y cambio en los medios para recibir tareas. De la misma manera, Revel (2020) considera que esta flexibilidad debe permitir que la enseñanza que se imparte a distancia se reinvente para continuar con la formación escolar y el diseño de estrategias, de modo que logren mantener vivo el vínculo pedagógico con los alumnos.

De acuerdo con diversos autores (Rappoport et al., 2020; Whittle et al., 2020), la ERE implica cuatro acciones: indagar, clasificar, diseñar un plan y evaluar (ver Figura 2.9). A continuación, se describe cada una de ellas.

Figura 2.9.

Marco de acciones para la ERE de Rappoport et al. (2020) y Whittle et al. (2020)



Fuente. Elaboración personal a partir de Rappoport et al. (2020) y Whittle et al. (2020).

La primera es indagar sobre la situación en las que se encuentran los alumnos, profesores y autoridades educativas para afrontar la crisis sanitaria; si cuentan con el acceso a servicios de salud, tecnologías e internet; y conocer la cobertura de necesidades básicas (Whittle et al., 2020; Rappoport et al., 2020; SEP, 2020). Así, indagar por el contexto

contribuye a seleccionar los recursos que pueden facilitar el trabajo remoto; en esta acción, los profesores reflexionan sobre sus habilidades tecnológicas y su disponibilidad de tiempo (Reimers y Schleicher, 2020).

La segunda acción es la clasificación de los recursos que, de acuerdo con Whittle et al. (2020), pueden ser considerados como constantes y variables. Las primeras son compartidas por todos los alumnos: libro de texto, teléfono móvil y cuenta en alguna red social. Las segundas son recursos a los que no todos los alumnos tienen acceso: internet, computadora e, incluso, recursos de primera necesidad (hogar, alimentación y salud).

La tercera acción es el diseño del plan para el desarrollo de la ERE y se compone de ocho dimensiones, de acuerdo con Whittle et al. (2020), son: definir objetivos de enseñanza, reconocer la cantidad de alumnos que integran el grupo, identificar el método de comunicación con los alumnos (sincrónico o asincrónico), reconocer el nivel de autonomía de los alumnos, explorar los posibles obstáculos para la ERE, identificar el rol social del docente (se refiere a la atención a cuestiones emocionales, de salud o de otra índole que podrían afectar a los alumnos y sus familias), elaborar criterios de evaluación, y planear una retroalimentación a los alumnos. A esta planificación de la ERE, Rappoport et al. (2020) agregan una novena dimensión: la atención a los materiales didácticos para ser trabajados de forma remota por los alumnos. Ésta última dimensión es relevante para la enseñanza de la biología, porque, como mencionaron los mismos autores, “a través de ellos [es decir, de los materiales didácticos] el docente ‘dialoga’ con los estudiantes y, a su vez el alumnado ‘siente’ su presencia” (p. 4).

Finalmente, la cuarta acción sugerida es la evaluación de cada una de las decisiones tomadas en este proceso y las experiencias generadas en este (Whittle et al., 2020). Debido a que las condiciones de la pandemia son inciertas y pueden cambiar de un momento a otro, los autores recomiendan revisar constantemente la situación del alumno y valorar el plan diseñado para la ERE; en ese sentido, se trata de un proceso reflexivo que busca mejorar la enseñanza remota.

Un aspecto que el profesor debe considerar durante la ERE es la situación socioafectiva del alumno al encontrarse en una situación atípica, como la pandemia por la COVID-19. Ante un cambio de paradigma, como atravesar por una crisis sanitaria y el cambio de modalidad educativa, alumnos y docentes pueden presentar estrés como una respuesta “fisiológica, psicológica y conductual de un individuo que intenta adaptarse y

ajustarse a presiones internas y externas y recuperar la homeostasis” (Gómez y Rodríguez, 2020, p. 218). Además del estrés, los profesores y alumnos pueden experimentar ansiedad, depresión u otros problemas de salud mental (Reiss, 2020). Por esta razón, autores como Karakaya (2020) consideran que la ERE debe contemplar un enfoque humanista, flexible y comprensivo, con un ritmo de aprendizaje y trabajo de los alumnos para no contribuir con el deterioro de su salud emocional y física.

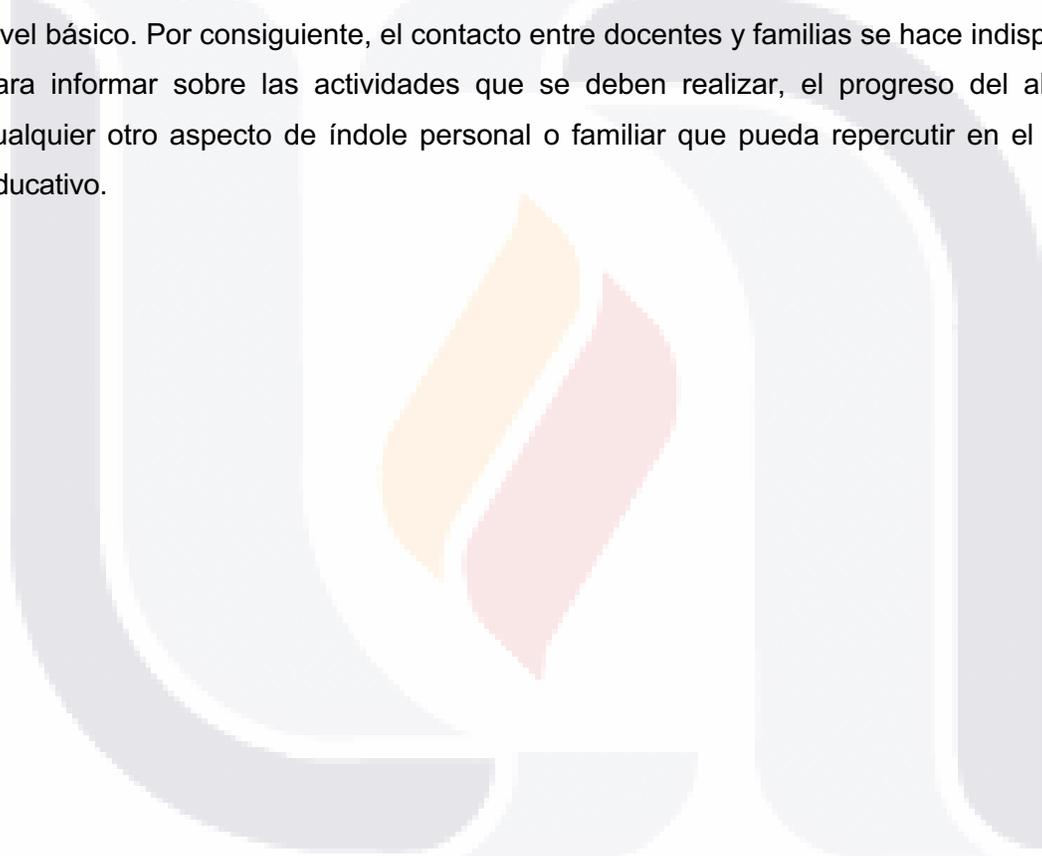
La ERE se puede dar a través de distintas modalidades de enseñanza, aunque la más extendida es la instrucción en línea, la cual se puede desarrollar de forma asincrónica y sincrónica. La primera se realiza sin la necesidad de que docente y estudiantes estén conectados en el mismo lugar o tiempo (Rappoport et al., 2020). Esta se lleva a cabo por medio de servicios de mensajería: correo electrónico, *WhatsApp* o redes sociales; y se suele responder en tiempos diferidos, es decir, que no se tiene la obligación de contestar inmediatamente. En cambio, las sesiones sincrónicas de enseñanza se realizan cuando docente y estudiantes interactúan al mismo tiempo desde lugares diferentes y al mismo tiempo; por lo general, se emplean servicios de videoconferencia como *Zoom*, *Skype* o *Google Meet*; y la retroalimentación es inmediata.

Otras modalidades en la ERE la enseñanza híbrida o mixta (se combinan clases presenciales y en línea), la enseñanza presencial es limitada (se solicita un grupo reducido de alumnos durante ciertos días a la semana y por un tiempo definido), algunos ejemplos de enseñanza a distancia registrados durante el confinamiento social, por la COVID19, que no dependió de las TIC fueron la televisión y la radio educativas, el buzón de actividades (instalación de un buzón físico donde los docentes u otros actores educativos depositan las actividades y ejercicios para que los alumnos las recolectaran y, posteriormente, las devolvieran) y la atención educativa de casa en casa (Cepal-Unesco, 2020; García, 2020; Hodges et al., 2020; Kim, 2020; López, 2020, Mejoredu, 2020; Reimers y Schleicher, 2020).

Más allá de la modalidad de enseñanza asumida por la comunidad educativa, la ERE propicia que la escuela, alumnos y padres de familia refuercen su alianza para trabajar en favor del proceso de enseñanza y aprendizaje (Hurtado, 2020). En el caso de los alumnos, la ERE exige que estos asuman un rol activo en su aprendizaje y que tomen responsabilidades que antes no tenían, puesto que el docente no debe encargarse de gestionar el proceso de enseñanza y aprendizaje (De la Cruz, 2020). En ese sentido, el compromiso adquirido por los estudiantes a favor de su propio aprendizaje durante la ERE

representa un apoyo al docente que, debido a la contingencia, no está presente físicamente para atender sus necesidades en el momento en que se presentan. Por esta razón, los propios estudiantes son quienes buscan las respuestas para sus dudas, gestionan su tiempo y toman decisiones al participar con el profesor en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En contraste, durante la enseñanza remota, los padres y madres de familia se convierten en auxiliares de los maestros, puesto que son ellos quienes atienden las dudas de los alumnos y supervisan el desarrollo del trabajo escolar (Díaz, 2020), sobre todo en el nivel básico. Por consiguiente, el contacto entre docentes y familias se hace indispensable para informar sobre las actividades que se deben realizar, el progreso del alumno y cualquier otro aspecto de índole personal o familiar que pueda repercutir en el proceso educativo.



CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo da cuenta de la metodología del estudio aquí descrito, así como de sus componentes dados en el siguiente orden: primero se plantea y justifica el uso del estudio de caso desde un enfoque cualitativo; segundo, se describe el caso abordado en el estudio. En un tercer apartado se detallan las técnicas e instrumentos empleados para recopilar información, así como el proceso desarrollado para la toma de datos. En seguida se explica cómo se realizó el análisis de la información recabada y se concluye con los cuidados éticos seguidos en el estudio.

3.1. Diseño del estudio

El presente estudio se inserta en la perspectiva cualitativa y se caracteriza por explorar y describir el significado que los profesores le otorgan, a través de su práctica, al fenómeno educativo del CDC en la enseñanza remota de la biología (Denzin y Lincoln, 2011), luego del distanciamiento social generado por la COVID-19. La elección de este enfoque es con el propósito de abarcar una mayor comprensión de hechos, procesos, estructuras y personas desde sus contextos *reales* (Bautista, 2011), como lo es la enseñanza remota. Desde esta perspectiva, el enfoque cualitativo facilitó un acercamiento al CDC que empleó un profesor de biología sin perder de vista el escenario educativo trazado por la COVID-19. El estudio tiene un alcance exploratorio sobre el conocimiento didáctico durante la ERE por ser un contexto poco conocido, y es descriptivo porque se busca dar cuenta de las características de este objeto de estudio en el contexto de la ERE (Hernández et al., 2014).

El CDC es idiosincrático y se sitúa en un contexto determinado (Escudero, 2015), por ello, el método que siguió esta investigación se articula con la propuesta de estudio de caso de Stake (1999), donde su objetivo es la particularización de un caso para conocerlo a profundidad, sin la necesidad de compararlo con otros ni generalizar los resultados. Bassey (2003) asevera que a través del estudio de caso es posible comprender las características relevantes del CDC, en un entorno *natural* dando la posibilidad de apreciar la complejidad de la realidad estudiada. De aquí que se consideró pertinente el estudio de un profesor de biología inmerso en la enseñanza remota de un contenido curricular, como lo es el tema de las interacciones ecológicas (SEP, 2017), durante la pandemia por la COVID-19, con el propósito de ahondar en la realidad de este docente y lograr una mayor reflexión y comprensión de su CDC, así como de las situaciones asociadas a él.

En esta investigación se identificó un caso relevante que permitió aproximarse al CDC durante la pandemia, dado que fue el único que realizó clases sincrónicas, los otros docentes dependieron de llamadas telefónicas, mensajería instantánea y redes sociales. Además, el ver a este maestro durante las clases a distancia dio cuenta de la complejidad del CDC a través de las particularidades de su práctica.

3.2. Selección del caso

El presente estudio está centrado en la población de profesores que imparten la asignatura de biología en educación secundaria¹⁰ en México. Se contó con la participación inicial de cuatro profesores de biología (3 hombres y 1 mujer) de diferentes escuelas (3 públicas y 1 privada), pertenecientes al nivel educativo de secundaria en el municipio de Aguascalientes.

Para la toma de datos, a los cuatro docentes se le contactó de manera directa y se les explicó, junto a sus autoridades educativas correspondientes, los propósitos de la presente investigación. Los profesores participaron de manera voluntaria como sujetos de estudio durante toda la toma de datos, y proporcionaron información empírica de su práctica docente y de la enseñanza llevada a distancia. Aunque cada uno de estos profesores es un caso particular debido a las estrategias, recursos y medios que utilizaron para acercar la biología a sus estudiantes durante la pandemia por COVID-19, llamó la atención la práctica de uno de ellos, a quien se le ha nombrado Jacobo en el presente estudio a fin de guardar su identidad. Los datos recopilados con este profesor, a diferencia de sus colegas, permiten tener una mayor comprensión para dar cuenta del CDC en la ERE.

3.2.1. Jacobo como informante en la presente investigación

El profesor Jacobo es Licenciado en biología, con una maestría profesionalizante relacionada con el ámbito educativo. Ha impartido clases durante 17 años, de los cuales 16 los ha dedicado a enseñar biología en secundaria. Al momento de esta investigación, el profesor impartía clases en dos niveles educativos: secundaria y bachillerato (Educación Media Superior¹¹), ambos del sector privado. En estos niveles impartió las asignaturas de biología (en secundaria) e inglés (en bachillerato).

Para ser observado, Jacobo eligió -sin justificar su decisión- a uno de sus dos grupos de 1° año secundaria. Este grupo estuvo conformado por 21 estudiantes (adolescentes de

¹⁰ En México este nivel educativo atiende estudiantes entre 12 y 14 años de edad.

¹¹ En México, la educación media superior atiende a estudiantes de entre 15 y 17 años de edad.

12 años de edad) a los que impartió cuatro sesiones de biología a la semana en el siguiente horario, turno matutino:

Tabla 3.1.

Horario de las clases sincrónicas en las que Jacobo fue observado durante la ERE

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Hora	9:10-9:50	12:10-13:00	10:30-11:20	11:20-12:10	-

Fuente. Elaboración propia a partir de la información del profesor.

Es importante mencionar que, según lo señalado por Jacobo, a su escuela asisten alumnos de clase media y clase alta de todo el estado de Aguascalientes (entorno rural y urbano), los padres de los estudiantes, en su mayoría, son profesionistas, empresarios, empleados de gobierno, agricultores y ganaderos.

Además, Jacobo menciona que tiene experiencia previa con la enseñanza en línea, pero considera que esta no le ayudó para la ERE porque la tecnología para enseñar en línea es diferente a la que usa para dar clases a distancia. Para la ERE en educación secundaria, el profesor recibió capacitación por parte de la escuela donde labora sobre el uso de las plataformas educativas *Google Meet* y *Google Classroom*. Para enseñar biología de manera remota se apoyó en las plataformas antes mencionadas, pero con propósitos diferentes: *Google Meet* para impartir clases sincrónicas, y *Google Classroom* para la recepción digital de tareas y productos de sus alumnos, realización de exámenes, entrega de calificaciones y retroalimentación.

Para la toma de datos, el profesor permitió el acceso a sus prácticas desarrolladas en la ERE; en particular, a sus clases sincrónicas vía *Google Meet*, a los productos elaborados por él mismo con fines de enseñanza, a los trabajos de sus alumnos, así como a la interacción profesor-alumno sostenida en la plataforma educativa *Google Classroom*.

3.3. Técnicas e instrumentos para recopilar información

El conocimiento de los sujetos está implícito en sus acciones y dan cuenta de este, ya que no se puede tener acceso de manera directa (Shön, 2016), eso significa tener técnicas e instrumentos precisos para recabar información del CDC a través de las acciones de los profesores (Ball et al., 2008; Tiraş 2019). De acuerdo con lo antes expuesto, aunado al distanciamiento social y la ERE impuestos en México, en esta investigación se recurrió a tres técnicas de corte cualitativo que se complementaron entre sí: observación no

participante, recolección de productos dados en la enseñanza y el aprendizaje de la biología, y entrevista semiestructurada. Las tres técnicas aquí propuestas son adecuadas para la comprensión a profundidad del CDC y la experiencia del profesor (Tiras, 2019).

3.3.1. Observación no participante

Se recurrió a la técnica de observación para tener acceso de primera mano a prácticas de enseñanza sin sesgarla, y así dar cuenta del CDC del profesor en su contexto (Liu et al., 2010). La observación se centró en las acciones y el discurso del maestro, las cuales son elementos que revelan el CDC que subyace en las prácticas del profesor (Abell, 2007). En el contexto de esta investigación, la observación se hizo a las sesiones de clases sincrónicas que impartió Jacobo en la plataforma *Google Meet*.

Para la implementación de esta técnica, la investigadora del presente estudio tuvo el rol de observadora tratando de evitar interrumpir y manipular lo que sucedía en las clases sincrónicas con el propósito de obtener un retrato de la realidad educativa sin ser intrusivo, de forma que la conducta y la interacción del profesor y de sus alumnos fueran las mismas antes, durante y después de las observaciones (Arteaga, 2017). Para ello, Jacobo autorizó que la investigadora ingresara a las sesiones sincrónicas, pero le solicitó no encender la cámara ni el micrófono para no llamar la atención de los alumnos, la investigadora –en su rol de observadora– se limitó a ver cada sesión tratando de apreciar, sin afectar, la realidad de las clases remotas de Jacobo con sus estudiantes.

Para cada una de las sesiones se utilizó un formato de observación (ver Anexo 1) con el propósito de tener un registro descriptivo de la clase del maestro y para triangular la información con las videograbaciones, esto también permitió tener un respaldo de los datos recabados de las clases observadas. De acuerdo con su diseño, en el formato observación se registró el tipo de actividad, tiempo, materiales y recursos del profesor, productos de los alumnos y su patrón de trabajo (individual, grupal, parejas, etc.), así como las posibles impresiones, cuestionamientos y comentarios que a la observadora le surgían con respecto a lo sucedido en cada sesión de clase sincrónica.

3.3.2. Recolección de productos generados para la enseñanza y el aprendizaje

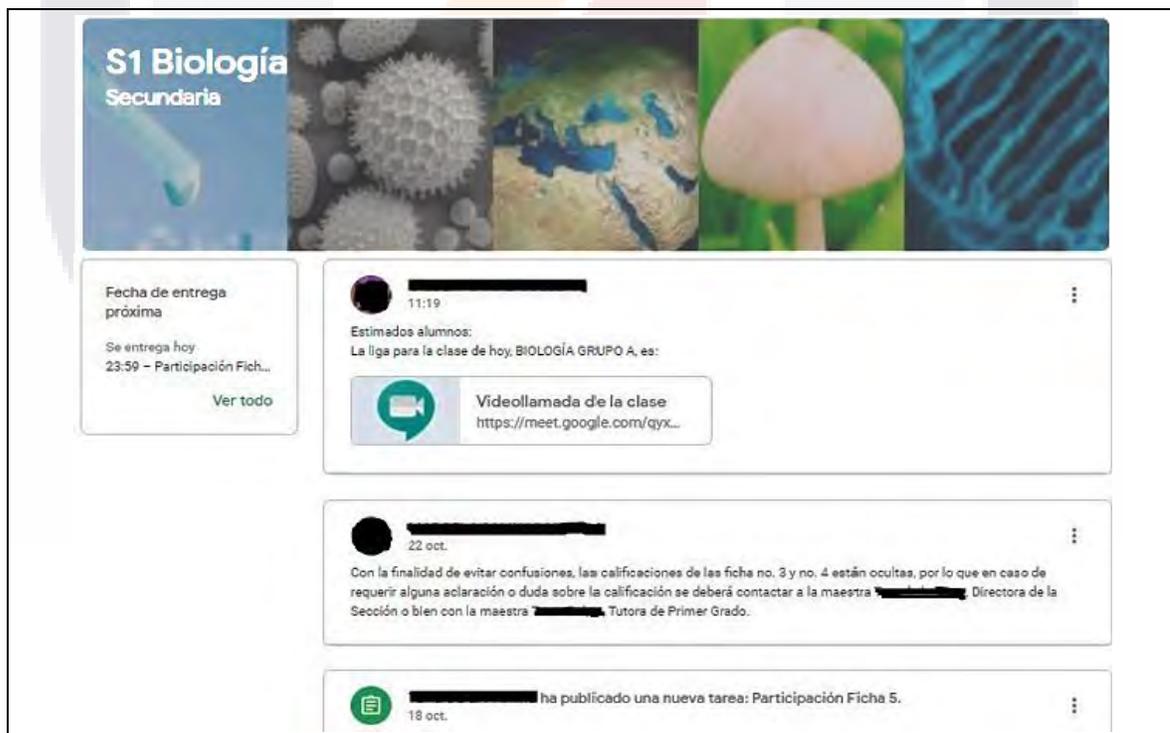
Además de la observación no participante, se realizó una recolección de los productos elaborados por Jacobo y sus alumnos a raíz del proceso de enseñanza y aprendizaje (Bisquerra, 2009) en el contexto de la ERE, con el fin de que ayudaran a “[...] complementar,

contrastar y validar la información obtenida [de las clases observadas]” (Bisquerra, 2009, p. 349). En este estudio, un producto es definido como cualquier material elaborado por los docentes y alumnos antes, durante y después de la clase (Stecher et al., 2005).

Los productos que se recabaron para la enseñanza fueron aquellos diseñados por Jacobo, en particular, se contemplaron listas de calificaciones de los alumnos, planificaciones, dosificaciones, hojas de trabajo, presentaciones en *PowerPoint*, exámenes, videos y rúbricas de evaluación. Por su parte, los productos generados para el aprendizaje de los alumnos se recolectaron con el fin de encontrar información referencial sobre el CDC del Jacobo, se tomaron en cuenta tareas, trabajos en clase y exámenes contestados por ellos. Además, se clasificaron como productos los mensajes y *posts* realizados en *Google Classroom* y el *Chat*¹² de la sesión en *Google Meet*, ya que son evidencias de las interacciones entre Jacobo y sus alumnos durante la ERE (ver Figura 3.1).

Figura 3.1.

Ejemplo de interacción de Jacobo con sus alumnos a través de la plataforma Google Classroom recabada como producto



Fuente. Captura extraída de la plataforma *Google Classroom* gestionada por Jacobo.

¹² En la plataforma *Google Meet* se tiene un espacio llamado *Chat*, principalmente, para conversar de manera escrita, lo cual coincide con la definición de la Real Academia Española (RAE, 2021) para chat: “intercambio de mensajes electrónicos a través de internet que permite establecer una conversación entre dos o más personas”.

En la implementación de esta técnica, de recabar los productos del profesor y los estudiantes, la investigadora tuvo el rol de observadora indirecta del proceso de enseñanza al reconstruir los hechos (Bisquerra, 2009; Stake, 2005).

3.3.3. Entrevista semiestructurada

La entrevista de tipo semiestructurada también es parte de las técnicas implementadas en este estudio, se acudió a ella porque es una herramienta valiosa, flexible y dinámica para acercarse al fenómeno educativo (Arteaga, 2017), tal como recabar información empírica sobre CDC del profesor. Además, su formato flexible y dinámico permitió a esta investigación ahondar en aspectos de especial interés de acuerdo con el objetivo, así como verificar respuestas del entrevistado (Bisquerra, 2009; Ruiz, 2012).

De acuerdo con lo anterior, a través de esta técnica se buscó que Jacobo revelara los significados de sus acciones (Bautista, 2011) durante la ERE y relacionados con su CDC. Para ello, se elaboró un guion centrado en indagar en Jacobo y profundizar sobre aspectos específicos de su práctica docente observada en las clases sincrónicas, de sus productos y del alumnado, sin perder la oportunidad de entrelazar temas que surgían y que revelaban más información sobre su CDC. Así, la entrevista semiestructurada tuvo el propósito de comprender aquellos aspectos que no pudieron ser observados en las clases sincrónicas, ni en los productos elaborados por el maestro y su alumnado.

El guion de entrevista se elaboró a partir de la revisión de las clases videograbadas de Jacobo, y de los productos generados por él y sus alumnos referentes al contenido de las interacciones ecológicas (ver Anexo 2). De esta revisión se identificaron aspectos relevantes de su práctica que pudieron servir para profundizar en el conocimiento didáctico de Jacobo al enseñar el tema de las interacciones. El guion consta de dos secciones como se muestra en la Tabla 3.1, la primera tiene el propósito de conocer la experiencia Jacobo y la de sus alumnos durante la ERE, y la segunda indagar sobre aspectos concretos relacionados con la práctica de Jacobo en la enseñanza remota de las interacciones ecológicas.

Tabla 3.2.

Aspectos abordados en el guion de entrevista para Jacobo

Sección	Aspectos abordados
1. Experiencia del profesor y la de los alumnos sobre la enseñanza de la biología a distancia.	<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia previa dando clases a distancia. • Experiencia como docente dando clases durante la ERE. • Percepción del docente sobre la experiencia de los alumnos durante la ERE. • Prácticas y estilo de enseñanza antes y durante la pandemia. • Trabajo con el currículo.
2. Sobre la práctica del profesor al enseñar el contenido de las interacciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Variedad de temas y conceptos biológicos empleados para enseñar el contenido de las interacciones. • Selección, desarrollo y logro de los Aprendizajes esperados. • Percepción de los alumnos sobre su propio aprendizaje. • Recursos y materiales empleados. • Estrategias de enseñanza empleadas. • Estrategias empleadas para despertar el interés de los alumnos. • Evaluación del contenido. • Gestión del aula virtual. • Participación de los alumnos durante la enseñanza del contenido. • Dificultades de los alumnos con el contenido. • NdC en la enseñanza del contenido.

Fuente. Elaboración propia.

Para su implementación, el guion de entrevista entró a un proceso de revisión por parte de dos expertos en investigación educativa y una experta en didáctica de la biología, donde se triangularon las observaciones de los expertos y se hicieron los ajustes de contenido y redacción correspondientes.

3.4. Toma de datos

Una característica de la ERE en Aguascalientes fue que cada institución de educación secundaria, pública y privada, tuvo la oportunidad de crear una estrategia de enseñanza

según su contexto. Por lo anterior, y para llevar a cabo la toma de datos de esta investigación, fue necesario primero dialogar con el profesor Jacobo cómo estaba llevando la enseñanza remota y los materiales o productos que producían tanto él como sus alumnos. A partir de esta información, se desarrolló el siguiente proceso para la recolección de datos validado por el profesor y sus autoridades educativas, el cual contempla tres acciones ordenadas de la siguiente manera, con una duración aproximada de cinco meses, de octubre de 2020 a enero de 2021: observación de clases sincrónicas, acopio de productos del maestro y alumnado, e implementación del guion de entrevista. A continuación, se describe con mayor detalle el proceso de toma de datos con el profesor Jacobo de acuerdo con estas acciones¹³.

3.4.1. Observación de clases sincrónicas

Las observaciones de las clases sincrónicas de Jacobo comenzaron el 19 de octubre de 2020 y terminaron el 27 de noviembre del mismo año. Como se mencionó anteriormente, al profesor se le observó dando clases vía *Google Meet*, a un grupo de primer año de secundaria en el horario correspondiente (ver Tabla 3.1).

Durante la toma de datos, Jacobo impartió cuatro contenidos de la asignatura de biología, en el siguiente orden: *Sierra Fría*¹⁴, *ecosistemas*, *interacciones [ecológicas]*, y *biodiversidad*. De estos contenidos, en el que se tuvieron datos de mayor relevancia relacionados con el CDC es el de interacciones ecológicas, el cual se reporta en el presente documento; sin embargo, el total de las clases observadas permitió comprender cómo Jacobo articuló el tema de interacciones ecológicas con los otros contenidos. En la siguiente tabla se muestra la distribución de los cuatro contenidos observados:

¹³ La toma de datos se hizo con los cuatro profesores de biología de educación secundaria antes mencionados (ver apartado 3.2. Selección del caso, de este documento), sin embargo, tres de ellos no dieron clases sincrónicas, por lo que el proceso de la toma de datos solo contempló el acopio de productos del maestro y alumnado y la entrevista. De acuerdo con lo anterior, se describe el proceso seguido con el profesor Jacobo.

¹⁴ La Sierra Fría es una región natural protegida que se encuentra al noroeste del estado de Aguascalientes en los municipios de Calvillo, Jesús María, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos y San José de Gracia y forma parte de la Sierra Madre Occidental. Esta región se compone de pastizales, matorrales, bosques templados y chaparrales (CONABIO, 2017).

Tabla 3.3.

Contenidos abordados por Jacobo en las clases sincrónicas observadas

Contenido	Aprendizaje esperado	Dosificación	
		Fecha	Núm. de sesiones de clase
<i>Sierra Fría</i>	No se especifica.	19 y 20 de octubre, 2020	2
<i>Ecosistemas</i>	Representa las transformaciones de la energía en los ecosistemas en función de la fuente primaria y las cadenas tróficas.	21 al 26 de octubre, 2020	4
<i>Interacciones [ecológicas]</i>	Infiere el papel que juegan las interacciones depredador-presa y la competencia en el equilibrio de las poblaciones en los ecosistemas.	27 de octubre al 12 de noviembre, 2020	9
<i>Biodiversidad</i>	Explica la importancia ética, estética, ecológica y cultural de la biodiversidad en México. Compara la diversidad de formas de nutrición, relación con el medio y reproducción, e identifica que estas son resultado de la evolución.	16 al 27 de noviembre, 2020	7

Nota. El contenido de la Sierra Fría no está incluido en el Plan y programas de estudio de la SEP (2017), fue decisión del profesor integrarlo como contenido. *Fuentes.* Elaboración a partir del Plan y programas de estudio (SEP, 2017) y la planeación del profesor Jacobo.

De acuerdo con lo establecido con las autoridades educativas correspondientes (con su director de escuela), Jacobo grabó las clases en las que impartió los cuatro contenidos antes mencionados y compartió esta información con la observadora (es decir, con la responsable de la presente investigación), así como la generada en el *chat* de la plataforma *Google Meet* de cada una de las sesiones de clase observadas, para su posterior análisis.

3.4.2. Acopio de los productos del maestro y alumnado

El acopio de los productos generados por el profesor Jacobo y los estudiantes de los cuatro contenidos antes mencionados comenzó el 13 de octubre de 2020 y terminó el 1 de diciembre del mismo año, y se hizo vía correo electrónico y en la aplicación de *WhatsApp*. Los productos que se obtuvieron son los siguientes: planeación de clases, dosificación

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

anual, exámenes, rúbricas de evaluación, presentaciones del docente en *PowerPoint*, videos empleados en la clase, hojas de trabajo, lista de calificaciones, exámenes contestados por los alumnos, tareas y trabajos de la clase. Además, como parte de los productos, Jacobo permitió también tener acceso a la información generada en la plataforma *Google Classroom* por él y sus alumnos, principalmente para realizar capturas a la interfaz de la plataforma con el fin de recabar la mayor cantidad de datos posible.

3.4.3. Entrevista a Jacobo

La entrevista a Jacobo se realizó en dos sesiones en línea, mediante la plataforma *Google Meet*: la primera el 29 de marzo de 2021 y la segunda el 3 de abril del mismo año, cada sesión de entrevista tuvo una duración aproximada de 50 minutos. La entrevista se hizo en línea considerando las medidas de seguridad por la COVID-19. En ambas sesiones se presentaron fallas técnicas e interrupciones, esto hizo que se tuviese que cortar la entrevista y reanudarla después de las correcciones a las fallas. Cada sesión se audiograbó con previo consentimiento de Jacobo, se transcribió cada sesión para su posterior análisis.

3.5. Análisis de la información

El análisis de los datos obtenidos se efectuó considerando la propuesta de Bardin (1996) y Bisquerra (2009), la cual incluye tres etapas: preanálisis, reducción de la información, y extracción de conclusiones. En la primera etapa se hizo una sistematización y preparación del material a analizar. La segunda consistió en el diseño y validación de categorías de análisis emergentes de los datos y articuladas con el BTKS (Luís y Carrillo, 2020), además se concentró la información en matrices de doble entrada (Miles y Huberman, 1994). Finalmente, en la tercera etapa se hizo una exposición organizada de los resultados arrojados a raíz de las matrices de doble entrada. Estas etapas se explican con más detalle a continuación.

3.5.1. Preanálisis

Al término del trabajo de campo con los cuatro profesores se hizo evidente la basta cantidad información obtenida, Bardin (1996) y Bisquerra (2009) sugieren una etapa de preanálisis para asegurar la calidad del análisis y lograr una mayor comprensión del objeto de estudio. De acuerdo con Bardin (1996), el preanálisis tiene seis momentos, de las cuales en esta investigación se tomaron en cuenta tres, los cuales son:

a) Momento 1: Lectura general

Se hizo una lectura general del material recabado (i.e., de los productos para la enseñanza y el aprendizaje, clases videograbadas, audios de entrevista, formatos de observación de clase, y transcripciones de las videograbaciones y entrevistas). De esta lectura, se encontró que, para comprender aspectos puntuales de la práctica y del CDC de Jacobo en torno al contenido de las interacciones ecológicas, era necesario remitirse a los datos recolectados durante la enseñanza de los temas de la Sierra Fría y los ecosistemas.

b) Momento 2: Elección del material

La selección de los datos recabados se hizo en función de las preguntas de investigación, y de la calidad y representatividad de estos (Bardin, 1996) (ver Tabla 3.4). De tal manera que los materiales que no aportaron de manera sustancial a la investigación, así como aquellos que arrojaban información ya contenida en otro material más completo, fueron descartados para su análisis posterior.

Tabla 3.4.

Materiales seleccionados para su análisis posterior

Material disponible	Selección para su análisis
1. Videograbaciones de las clases.	Sí
2. Transcripciones de las clases.	Sí
3. Chats de las clases.	Sí
4. Formatos de observación de clase.	No
5. Audios de la entrevista.	No
6. Transcripciones de la entrevista.	Sí
7. Capturas de la plataforma <i>Classroom/Meet</i> .	Sí
8. Productos del profesor.	Sí
9. Productos del alumno.	Sí

Fuente. Elaboración propia.

Aunque el total de los materiales seleccionados se analizaron y contribuyeron para triangular la información, los de mayor relevancia fueron las transcripciones de las clases observadas y la entrevista a Jacobo; además se recurrió a las grabaciones cada vez que era necesario para observar detalles concretos de la clase (por ejemplo, para apreciar el tono de voz del profesor Jacobo al decir algo u observar la reacción de los alumnos en cierto momento de la clase).

c) Momento 3: Preparación del material

Este momento tuvo como propósito ordenar y *dejar listos* los materiales para consultarlos y su posterior análisis. Se destinó una carpeta digital al profesor Jacobo que contenía toda su información. Dentro de esta carpeta, la información se organizó de acuerdo con su origen –entrevistas, observaciones, productos del profesor y productos del alumno.

La preparación y organización del material comenzó desde el inicio del trabajo de campo con Jacobo. Además, como parte de esta preparación, se transcribieron las videograbaciones de las clases observadas y las entrevistas audiograbadas, cuidando los signos de puntuación, eliminando muletillas (e.g., “este”) y elisiones (e.g., “*pos*” en vez de “*pues*”), y corrigiendo errores gramaticales (e.g., “*en base a*”) para una lectura comprensible y con sentido. En las transcripciones también se emplearon los siguientes símbolos con propósitos específicos:

Tabla 3.5.

Símbolos empleados en la transcripción de las videograbaciones y las entrevistas

Símbolo	Propósito	Ejemplo
[]	Agregar información o hacer una aclaración.	<i>A ver niños, quiero su atención acá [señala el pizarrón].</i>
...	Indicar que hubo una pausa, corta o larga.	<i>Profe, yo pienso que... el cuadro lo vamos a hacer con base en nuestras notas.</i>
//	Indicar el uso de interjecciones.	<i>/Ajá/estás en lo correcto Caro.</i>
<>	Indicar solapamiento.	<i>< ¡Depredador!> < ¡Presa!></i>
xxxx	Indicar información ininteligible.	<i>Pero profe, en la Sierra no xxxx</i>

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Reducción de la información

La reducción de la información es el momento medular del análisis del proceso de análisis de cualquier investigación, y las operaciones más representativas que la conforman son la categorización y la síntesis de la información (Bisquerra, 2009). La categorización de los datos recopilados comenzó con el reconocimiento de las dimensiones y subdimensiones del modelo BTKS (Luís y Carrillo, 2020). Este tiene dos dimensiones, la primera alusiva al conocimiento de la biología, y la segunda al CDC. Aunque la investigación está centrada

en esta última, se contempló la dimensión del conocimiento de la biología para conocer de qué forma influye en el CDC.

Como parte de este proceso, se revisaron las transcripciones de las clases de Jacobo y los productos generados por él y sus alumnos para identificar categorías de análisis relacionas con el CDC del profesor a partir de la información recabada con Jacobo. En este sentido, las categorías emergieron de los datos, se llevaron a cabo de manera abierta y a través de los datos, “procurando mantener cierto grado de sensibilidad que permit[iera] incorporar nuevas categorías [a la teoría]” (Escudero, 2015, p. 91). Para ello, se buscó que las categorías emergentes se relacionaran y se sustentaran, teóricamente, con las dimensiones descritas en el modelo BTSK (conocimiento de la biología y CDC).

a) Categorización

Para obtener las categorías de los datos, fue necesario derivar primero las unidades analíticas, que en el caso de las transcripciones fueron fragmentos del discurso del maestro y el alumno. Cada uno de los productos generados por Jacobo y sus alumnos se definió como una unidad analítica (e.g., el examen contestado, la retroalimentación del profesor o las planeaciones). Se hizo una lectura de las transcripciones y los documentos para agrupar las unidades analíticas por temas recurrentes:

Figura 3.2.

Trabajo de unidades analíticas en hojas de cálculo

	A	B	C	D	E	F
1	CONOCIMIENTOS PREVIOS			EXPERIENCIAS DE LOS ALUMNOS		
2	[00:01:39_C7]			[00:19:49_C6]		
3	¿Quién me recuerda de lo que vimos			Muy bien. Muchas gracias. Chicos,		
4	ayer, por favor? ¿Qué es un			¿quién nos quiere compartir algo que		
5	depredador? ¿Cómo podemos definir			haya visto, ustedes, en canales o en		
6	de manera sencilla un depredador?			documentales sobre esto? Sobre		
7	Te escuchamos, Ana.			depredación. A ver, alguien que haya		
8				visto algún fenómeno animal de		
9				depredación en algún lado. A ver,		
10				Nallely, luego Ana.		
11						

Fuente. Elaboración propia, captura de pantalla del trabajo realizado en el análisis de los datos recabados.

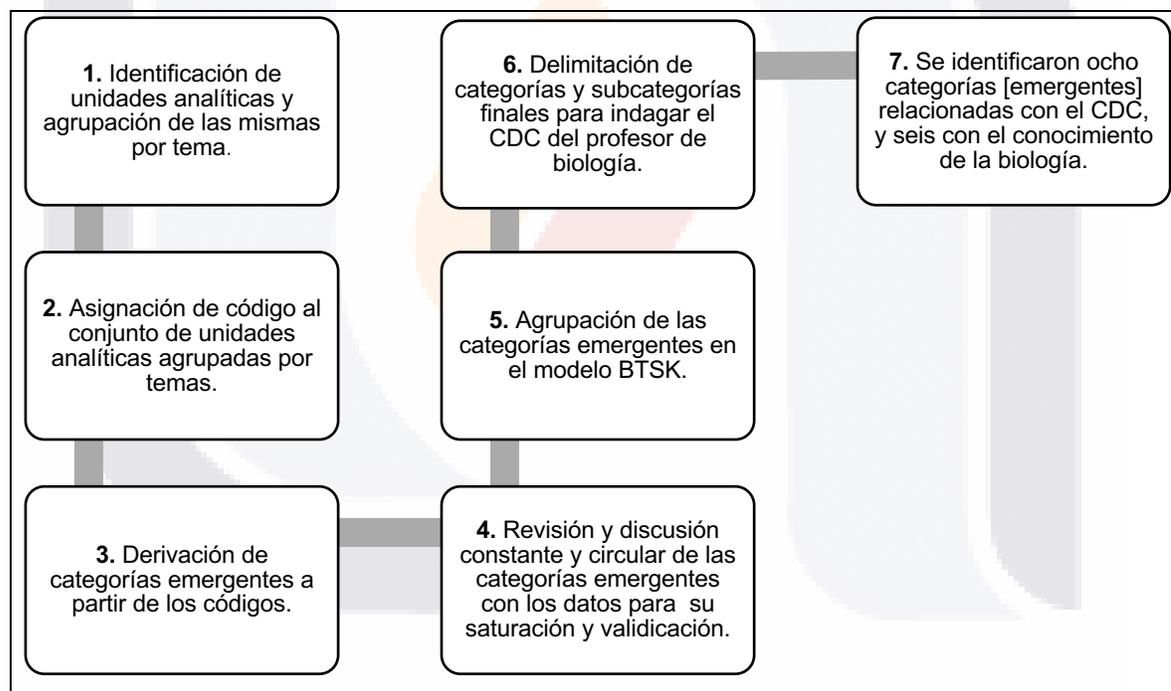
Como se observa en la figura anterior, al conjunto de unidades analíticas agrupadas por temas se les asignó un código (e.g., CONOCIMIENTOS PREVIOS – EXPERIENCIAS

DE LOS ALUMNOS) que representa un concepto que “abstrae las características del contenido agrupado y l[o] sintetiza” para un análisis más profundo (Cáceres, 2003, p. 64). Estos códigos dieron paso a categorías emergentes.

A partir de este momento, el trabajo se convirtió un vaivén sistematizado entre las categorías emergentes y los datos para llegar a su saturación y que estuvieran relacionadas con el CDC. En este proceso iterativo se contó con la participación de dos expertos con quienes se discutió y revisó, de manera constante, el comportamiento y validación de las categorías en los datos. Las categorías validadas, y producto de este proceso se agruparon en términos de las dimensiones y subdimensiones del BTSK. La siguiente figura resume el proceso descrito en líneas anteriores.

Figura 3.3.

Proceso de elaboración de categorías para el CDC de profesor de biología en la ERE



Fuente. Elaboración personal.

En total se delimitaron catorce categorías emergentes, de acuerdo con el modelo BTKS (Luís y Carrillo, 2020), ocho están vinculadas con la dimensión del CDC y las seis categorías restantes con la dimensión del conocimiento de la biología. En las tablas 3.6 y 3.7 se muestra las catorce categorías emergentes validadas para analizar el CDC y conocimiento disciplinar del profesor.

En total se delimitaron catorce categorías emergentes, de acuerdo con el modelo BTSK (Luís y Carrillo, 2020), ocho están vinculadas con la dimensión del CDC y las seis categorías restantes con la dimensión del conocimiento de la biología. En las tablas 3.6 y 3.7 se muestra las catorce categorías emergentes validadas para analizar el CDC y conocimiento disciplinar del profesor.

Tabla 3.6.

Categorías de análisis del CDC del profesor de biología en pandemia

Subdimensiones	Categorías emergentes	Ejemplo
<i>Conocimiento de la enseñanza de la biología.</i>	<i>Concreto-Abstracto:</i> Explicaciones y prácticas del profesor para enseñar el contenido por medio de definiciones y conceptos (abstracto) y representaciones (concreto).	[C7_J_06:02] Las poblaciones de depredadores y presas en una comunidad no se mantienen constantes con el tiempo. En muchos casos, varían en ciclos que parecen estar relacionados entre sí. → <i>abstracto</i> . El ejemplo más citado de dinámicas entre depredador y presa son los ciclos del lince un depredador y su presa la, liebre [...] → <i>concreto</i>
	<i>Organizadores gráficos:</i> Conjunto de materiales de apoyo, solicitados por el profesor y realizados por el alumno donde organizan, comparan y sintetizan la información e ideas de una manera comprensible facilitando el aprendizaje.	[C6_J_17:14] Pero para poder lograr mañana ese cuadro sinóptico va a ser bien importante que pongas mucha atención a la información y yo te recomiendo que vayas sacando, por lo pronto en borrador, ideas principales de lo que voy a exponer.
	<i>Gestión de la clase remota:</i> Estrategias de administración del profesor para mantener a los alumnos organizados e involucrados en las actividades remotas e interactuar con ellos.	[C7_J_35:20] El que quiera irme mostrando sus avances del cuadro [sinóptico] por la cámara, el que tenga una duda, me dice, por favor.
<i>Conocimiento de las características del aprendizaje de la biología.</i>	<i>Conocimientos previos:</i> Conocimiento del profesor sobre los presaberes e información que posee el alumno en torno a un contenido.	[C7_J_01:39] ¿Quién me recuerda de lo que vimos ayer, por favor? ¿Qué es un depredador? ¿Cómo podemos definir de manera sencilla un depredador?
	<i>Inferencias de los alumnos:</i> Conocimiento del profesor sobre las inferencias del alumno respecto a un contenido. Las inferencias de los alumnos pueden	[C7_J_14:08] ¿Qué puedes ver aquí? ¿Quién me ayuda a interpretar un poco esta gráfica? ¿Qué aseveraciones podrías hacer viendo esa gráfica? ¿Quién me dice que podríamos concluir al verla? A

Subdimensiones	Categorías emergentes	Ejemplo
	estar basadas en creencias personales o hechos, a los que el profesor recurre para enseñar el contenido.	ver, Nallely, empezamos contigo.
	<i>Dificultades de los alumnos:</i> Conocimiento del profesor sobre las dudas, los errores, los problemas y las limitaciones de los alumnos con respecto al contenido que se está enseñando.	[C6_J_07:59] Porque en sí los hongos descomponen al gato montés y a todo; entonces, son como los depredadores, aunque no se muevan y las presas son...
	<i>Experiencias de los alumnos fuera del aula</i> Conocimiento del profesor sobre cómo el alumno interactúa con el contenido fuera del espacio escolar.	[C6_J_19:49] Chicos, ¿quién nos quiere compartir algo que haya visto, en canales o en documentales sobre esto? Sobre depredación. A ver, alguien que haya visto algún fenómeno animal de depredación en algún lado.
<i>Conocimiento de los estándares del aprendizaje de la biología.</i>	<i>Aprendizaje esperado:</i> Lo que el profesor espera que el alumno sepa o haga al término del contenido.	[C1_J_00:46] Vamos a dejar un poquito ya el lado que veíamos en trabajos anteriores [...] primero a grandes rasgos, fíjate bien, si puedes ver ahí los Aprendizajes esperados para esta ficha...

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 3.7.

Categorías de análisis del conocimiento de la biología del profesor en pandemia

Subdimensiones	Categorías emergentes	Ejemplo
<i>Conocimiento de la estructura de la biología.</i> Conocimiento del profesor sobre la organización y relación de los diferentes contenidos biológicos.	_____	_____
<i>Conocimiento de los temas de la biología.</i> Conocimiento del profesor sobre las definiciones, fenómenos, teorías y leyes de la biología. También se hace referencia a las habilidades y procedimientos apropiados para	<i>Explicación de conceptos:</i> Explicaciones y prácticas del profesor para ayudar a los alumnos a que construyan comprensión sobre los principales conceptos asociados al contenido. <i>Explicación de leyes y modelos:</i> Explicaciones y prácticas del profesor para favorecer la comprensión de alumnado	[C6_J_25:24] La herbivoría puede considerarse depredación, ya que, en ella, un animal, por ejemplo, una vaca o una oruga, consume parte de una planta, consume parte de una planta. [C7_J_07:22] M1: Esto es, con un patrón de regularidad en el que vemos que una afecta a la otra. Eso es lo más importante de esto. Como la población

Subdimensiones	Categorías emergentes	Ejemplo
realizar determinada actividad práctica.	sobre las y modelos asociados al contenido.	de un depredador afecta la presa y la población de una presa afecta a un depredador. Estás escribiendo para que puedas tomar lo que te estoy explicando. Esto es muy importante, que podamos visualizar que como cambia una, cambia la otra...
<i>Conocimiento de la naturaleza de la ciencia [biología].</i> Conocimiento del profesor sobre cuestiones epistemológicas, históricas y sociales de la biología.	<i>Dimensión histórica:</i> Explicaciones y prácticas del profesor relacionadas con la evolución de la biología en el tiempo.	[C7_J_13:34] Este registro es fabuloso porque se tienen registros de esta área donde se llevó a cabo este estudio desde 1845, 1865, 1885.
	<i>Generación del conocimiento biológico:</i> Explicaciones y prácticas del profesor sobre la lógica de construcción del conocimiento.	[C7_J_12:48] El ejemplo más citado de dinámicas entre depredador y presa son los ciclos del lince un depredador y su presa la, liebre. Sorprendentemente, este ciclo puede verse en la información obtenida hace casi 200 años a partir del número de pieles conseguidas por los cazadores en los bosques de Norteamérica.
	<i>Finalidad de la biología:</i> Aporte que, de acuerdo con el profesor, la biología ofrece al alumno.	[C6_J_31:03] Entonces aquí debe de quedar muy claro la definición de depredación y que las herbivoría también es depredación. Esos dos conceptos deben de quedar súper bien aprendidos, con esto.

Fuente. Elaboración propia.

b) Síntesis de la información

Se empelaron matrices de doble entrada (*cross-case analysis*) para sintetizar la información de las clases sincrónicas, las entrevistas (transcripciones) y los productos, y con ello facilitar su análisis de acuerdo con las categorías validadas (Miles y Huberman, 1994). Se diseñaron tres matrices, una para las clases sincrónicas, otra para las entrevistas y una última para los productos.

Para realizar la matriz de las clases observadas, cada sesión se dividió en unidades de registro correspondientes a las actividades pedagógicas que integraron las clases. Una actividad es entendida como una acción o conjunto de acciones planificadas por el docente que pueden ser efectuadas por él, o sugeridas para que los alumnos las desarrollaran, poseen un propósito particular (e.g., activar conocimientos previos, comprender un concepto biológico, practicar un procedimiento), además, en cada actividad el alumno interactúa de forma pautada y organizada con información alusiva a conceptos, procedimientos, actitudes, creencias y valores; de estas se derivan los aprendizajes

esperados (Brouseau, 1984, citado en Sanmartí, 1997; Cañal, 2011). Por último, las actividades pueden realizarse de manera individual, grupal o por equipos. Así en una clase se puede tener una o más actividades pedagógicas (ver Tabla 3.8).

Tabla 3.8.

Matriz para analizar las clases de Jacobo a partir de las categorías validadas

	Subdimensión	Categoría	Unidades de registro	
			Actividad 1	Actividad <i>n</i>
CDC	1. Conocimiento de la enseñanza de la biología.	1.1. Concreto-Abstracto.		
		1.2. Organizadores gráficos.		
		1.3. Gestión de la clase remota.		
	2. Conocimiento de las características del aprendizaje de la biología.	2.1. Conocimientos previos.		
		2.2. Inferencias de los alumnos.		
		2.3. Dificultades de los alumnos.		
		2.4. Experiencias de los alumnos fuera del aula.		
	3. Conocimiento de los estándares del aprendizaje de la biología.	3.1. Aprendizaje esperado.		
	Conocimiento de la biología	4. Conocimiento de los temas de la biología.	4.1. Explicación de conceptos.	
4.2. Explicación de leyes y modelos.				
5.1. Dimensión histórica.				
5. Conocimiento de la naturaleza de la ciencia.		5.2. Generación del conocimiento biológico.		
		5.3. Finalidad de la biología.		

Fuente. Elaboración propia.

Por su parte, se hizo una revisión de los productos derivados de las clases de Jacobo, a fin de extraer información relacionada con las categorías propuestas (ver tablas 3.6 y 3.7). En este caso, las unidades de registro fueron los productos (por ejemplo, el examen elaborado por el profesor o la tarea del alumno), y solo se tomaron en cuenta aquellos considerados como pertinentes. Finalmente, las matrices de las entrevistas siguen la lógica

de elaboración descrita en Tabla 3.8, solo que las unidades de registro son fragmentos del discurso del maestro.

3.5.3. Extracción de conclusiones

En esta etapa, se hizo una revisión analítica de los resultados arrojados en las matrices de doble entrada con el fin de realizar inferencias, relaciones, interpretaciones e indicar hallazgos sobre el CDC del profesor de biología. En palabras de Bisquerra (2009), la extracción de conclusiones no es una actividad que se realice en un momento específico, sino que el investigador comienza este proceso de reflexión desde la recogida de datos, por lo que esta etapa ha sido un proceso constante en el presente estudio.

3.6. Consideraciones éticas

En concordancia con la *British Educational Research Association* (BERA, 2018), se cuidó el proceder con integridad en todo momento en esta investigación, hacer uso de métodos que obedecieran el objetivo de la investigación y respetar la diversidad, autonomía y privacidad de la comunidad escolar que participó en el estudio. Aunque solo se presentó el caso de Jacobo en esta investigación, en total fueron cuatro docentes los que aceptaron participar en este estudio y permitieron el acceso a sus prácticas en el tiempo que duró el trabajo de campo. Por tanto, se tomaron las siguientes medidas y cuidados éticos con cada uno de los participantes:

1. Se preguntó a las autoridades educativas y docentes voluntarios los requisitos que ellos consideraban necesarios para el acceso a su institución educativa. Las escuelas públicas solicitaron la realización de un oficio y hablar directamente, ya sea por teléfono o de manera presencial, con la investigadora. En el caso de la escuela privada, las autoridades no solicitaron oficio alguno.
2. A cada profesor se le entregó una carta de consentimiento en donde se explicaba el objetivo de la investigación, cómo sería el manejo de la información y se les dio a conocer su derecho a retirarse del proyecto en caso de considerarlo necesario.
3. Se involucró a los profesores en el diseño del trabajo de campo para que fueran ellos quienes establecieran las condiciones de acceso a su enseñanza remota. De esta forma, ellos establecieron las fechas de entrega de los productos y las pautas de la participación de la investigadora; por ejemplo, una profesora proporcionó acceso total a la plataforma de *Google Classroom* a través de una *cuenta de*

profesor mientras que Jacobo facilitó una *cuenta de estudiante* para entrar a esta plataforma educativa por lo que el acceso estuvo restringido.

4. Las capturas de pantalla realizadas a *Google Classroom*, *WhatsApp* y *Facebook* se realizaron previo consentimiento de los docentes. Las últimas dos plataformas fueron empleadas por los profesores no reportados en el presente documento.
5. No se encendió la cámara ni micrófono durante la realización de las clases, tampoco se intervino en las interacciones sostenidas por el docente y los alumnos en *Google Classroom*.
6. La información brindada por el profesor fue almacenada en un solo dispositivo para evitar el copiado y reproducción de los datos por parte de terceros. Estos datos están protegidos con una contraseña que únicamente conoce la responsable del presente estudio.
7. En el presente documento se tomaron acciones para cuidar la privacidad de Jacobo, sus alumnos y escuela al presentarlo como caso de estudio, así como del resto de los participantes, por ejemplo: ocultar el rostro de los participantes, usar pseudónimos y ocultar información personal con la que se les pudiera identificar.
8. Al término del estudio, se hizo el compromiso de entregar un reporte de investigación a Jacobo y a la escuela donde éste labora.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS

El capítulo tiene como objetivo presentar el análisis de los datos obtenidos durante el trabajo de campo. Para ello, se divide en tres apartados, el primero introduce y contextualiza al lector sobre la enseñanza remota llevada a cabo por el profesor Jacobo durante la pandemia por la COVID-19 en torno al tema de las interacciones ecológicas, en especial, la relación depredador-presa y su rol en el equilibrio en los ecosistemas. El segundo está centrado en los resultados del seguimiento que se le hizo al profesor a través de la observación de clases y entrevista, y se estructura en términos de las preguntas de investigación. El último apartado trata sobre las características que tiene el conocimiento del contenido del profesor Jacobo en relación con las poblaciones de depredadores y presas en el equilibrio ecológico. Cabe señalar que los resultados se acompañan de fragmentos de las intervenciones que se dieron entre el profesor y los alumnos en las clases analizadas para dar cuenta del CDC y conocimiento biológico de Jacobo en el contexto de la ERE, así como del discurso generado durante la entrevista para profundizar sobre los hallazgos empíricos.

4.1. Enseñanza de las interacciones ecológicas en el aula remota de Jacobo

La ERE llevada a cabo por el profesor Jacobo para el tema de las interacciones ecológicas se desarrolló a lo largo de nueve clases sincrónicas mediante la plataforma educativa *Meet*. Jacobo consideró en su práctica el Aprendizaje esperado que la SEP (2017) sugiere para el contenido de las interacciones ecológicas y prescindió del libro de texto. De acuerdo con la planeación del maestro y lo ocurrido en las clases observadas, el contenido se dividió en dos subtemas, en el siguiente orden: *El equilibrio de los ecosistemas* (dos sesiones de clases) y *nichos y competencias* (cuatro sesiones), también hubo un examen teórico (una sesión) y una actividad de repaso (dos sesiones). En el primer subtema, el equilibrio de los ecosistemas, el docente enseñó las interacciones depredador-presa y su papel en el equilibrio de los ecosistemas; por su parte, en el subtema referente a los nichos y las competencias se abordaron las competencias interespecíficas e intraespecíficas y el nicho ecológico. Cabe señalar que Jacobo utilizó el contexto de la Sierra Fría como contexto en ambos subtemas.

Jacobo iniciaba cada una de sus clases saludando a los alumnos y abordando cuestiones ajenas a la materia (e.g., festivales escolares, estado de ánimo, actividades

realizadas en fin de semana, organización del aula remota¹⁵), esto daba tiempo de que la mayor parte del grupo entrara a la sesión en *Google Meet*, por lo general esto le llevaba en promedio un minuto. Además, para comenzar a trabajar o retomar el tema a enseñar, Jacobo solía preguntar a los alumnos por los conceptos vistos previamente, así como las actividades y los productos realizados en la sesión anterior para conectarlos con el contenido a trabajar y con las actividades del día. Al término de cada sesión, el maestro indicaba a los alumnos qué debían hacer con el producto elaborado en la clase, si se debía subir o no a la plataforma de *Google Classroom* para recibir retroalimentación y otorgarles una calificación.

Como parte de los recursos disponibles, Jacobo se apoyó principalmente de presentaciones en *PowerPoint* elaboradas por él, videos descargados de *YouTube*, el programa informático *Inspiration* para la creación de organizadores gráficos, así como de la plataforma *Google Forms* para la elaboración de un examen sobre lo visto en clases. Por su parte, los productos principales generados por los alumnos, a solicitud de Jacobo, para desarrollar el contenido fueron los siguientes:

- Notas de las explicaciones del profesor sobre el equilibrio de los ecosistemas.
- Cuadro sinóptico sobre el equilibrio en los ecosistemas.
- Mapa semántico sobre nichos y competencias intraespecíficas e interespecíficas.
- Ejemplos escritos en libreta de competencia y compartición de recursos entre seres vivos de la Sierra Fría.
- Cuadro comparativo de los seres vivos de la Sierra Fría como repaso (se incluyeron ideas sobre flujo de energía, equilibrio de los ecosistemas, nicho ecológico y tipos de competencias).

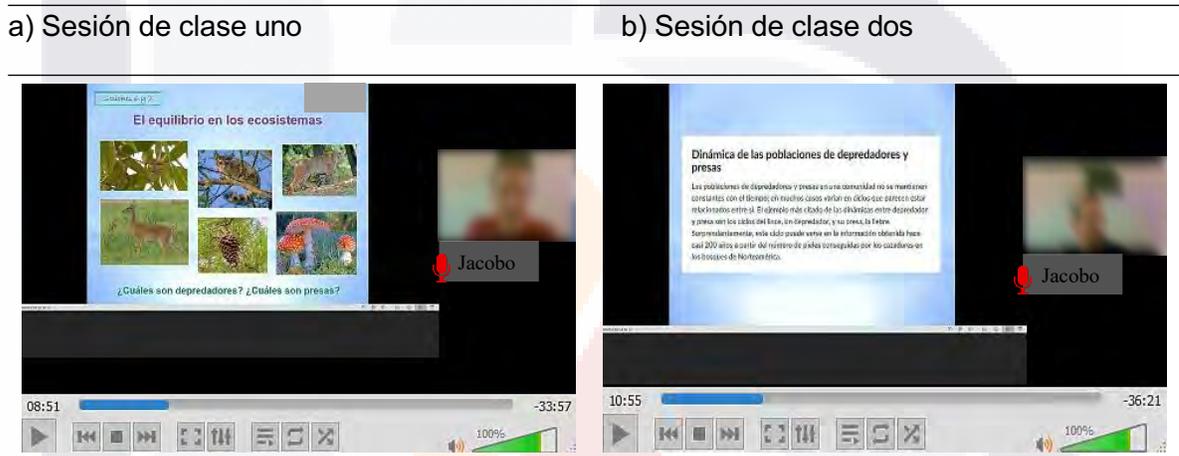
Jacobo retomó en sus sesiones sincrónicas dos tipos de interacciones ecológicas que fueron las interacciones depredador-presa y la competencia (del Val y Boege, 2013). Se decidió tomar como referente la enseñanza del maestro vinculada a las interacciones depredador-presa que se impartió durante el subtema del equilibrio de los ecosistemas (ver Figura 4.1), debido a que son representativas de la práctica de Jacobo al enseñar a distancia las interacciones ecológicas y, por la riqueza de datos obtenidos, permitieron

¹⁵ Dentro de la organización del aula remota de Jacobo, se incluyeron cuestiones como que los alumnos tuvieran listos sus materiales escolares, cantidad de alumnos sin conectarse, alumnos de otros grupos conectados por error a la clase, y encendido de micrófono y cámara.

reportar una mayor información del CDC del profesor en una situación específica (Cooney, 1994), como lo es el proceso educativo durante la pandemia. Es decir que se hará referencia al contenido de las interacciones depredador-presa en el análisis, con el fin de comprender el conocimiento didáctico de las interacciones ecológicas de Jacobo durante la ERE.

Figura 4.1

Captura de pantalla del inicio de las sesiones de clases en línea en las que Jacobo trabajó el equilibrio de los ecosistemas y la relación depredador-presa



Nota. La imagen del profesor y los datos de identificación de la escuela se ocultaron para mantener su privacidad.

Como se mencionó, Jacobo tomó como referente el Aprendizaje esperado sugerido por la SEP (2017) para diseñar las dos clases reportadas en este estudio, el cual consiste en ayudar al alumno a inferir cuál es el rol de las interacciones de depredadores y presas en el equilibrio ecológico (cfr, p. 120). Este contenido se enseña formalmente en primer grado de secundaria, pero al parecer en educación primaria se empieza a introducir, pues de tercer a sexto grado hay temas relacionados con las interacciones ecológicas y el equilibrio ecológico (SEP, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d).

La enseñanza de las interacciones depredador-presa y su implicación en el funcionamiento de los ecosistemas, es un reto para el maestro de secundaria debido a que es un tema variado y con una complejidad conceptual importante (García-Reyes, 2019). Aunado a ello, se suma el hecho de que la asignatura de biología solo se imparte un año en el nivel secundaria y, en el contexto de contingencia sanitaria por la COVID-19, este tema se tuvo que enseñar a distancia. Esto representó un desafío para los docentes como

Jacobo, quienes tuvieron la labor de planificar una serie de actividades para llevar a los estudiantes a comprender este contenido durante la ERE. En seguida se presenta la secuencia de actividades implementadas por Jacobo para impartir el contenido en la ERE y cumplir con el Aprendizaje esperado de la SEP (2017).

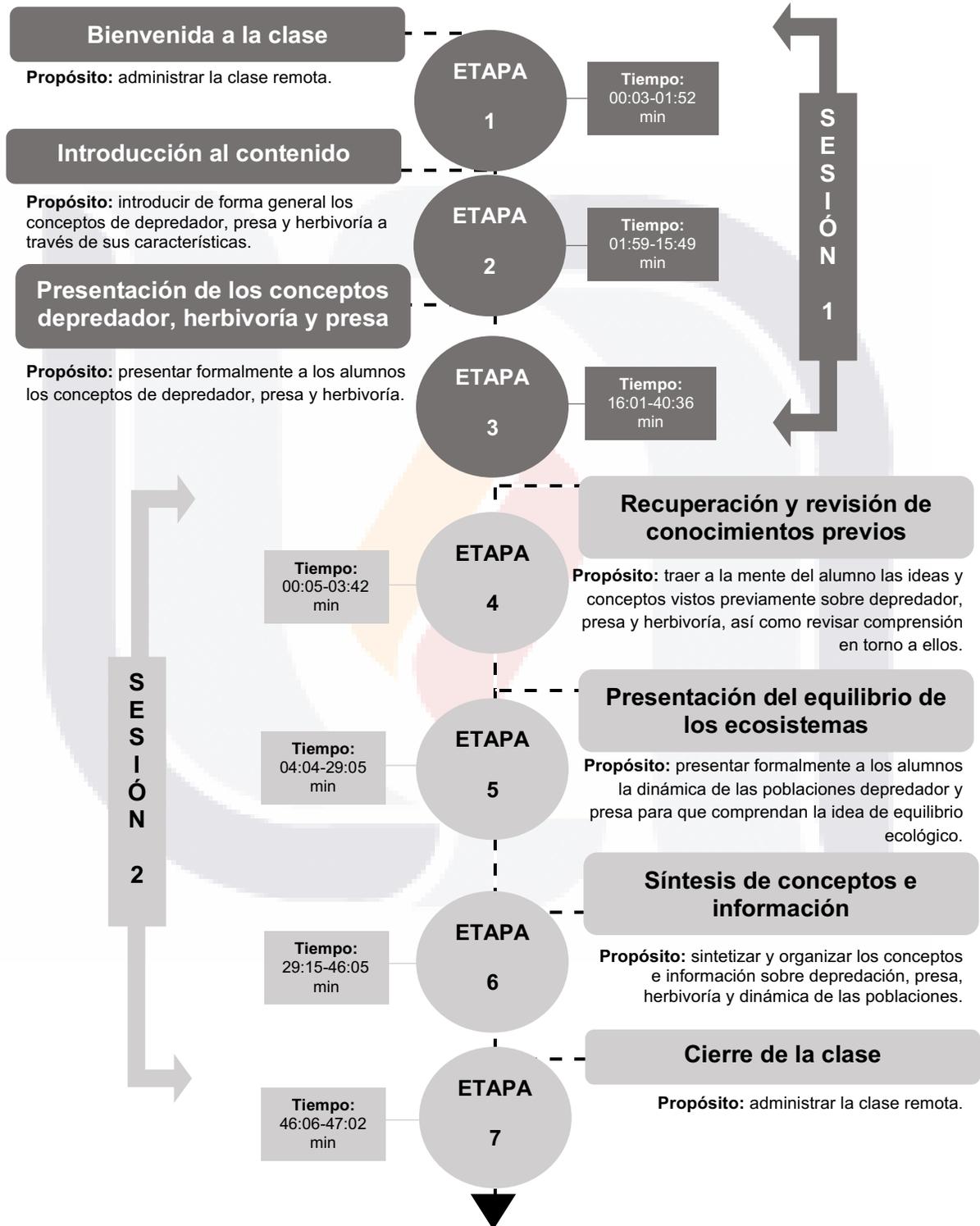
4.1.1. Secuencia didáctica en las clases remotas de Jacobo

Con el propósito de comprender cómo Jacobo transformó el Aprendizaje esperado en objetivos didácticos y cómo distribuyó los conceptos y representaciones del contenido a lo largo de las dos sesiones sincrónicas, se identificó la secuencia didáctica que siguió durante su enseñanza a distancia. En sentido, la secuencia didáctica se definió como un conjunto de actividades de enseñanza y aprendizaje organizadas en etapas que el maestro implementa en el aula para que se logren los objetivos de aprendizaje del estudiante (Salazar, 2012). Además, en cada una de estas etapas el maestro lleva a cabo acciones pedagógicas que permiten comprender y caracterizar el conocimiento del profesor (Escudero-Ávila y Carrillo, 2020), de aquí la importancia de reconocer y describir la secuencia didáctica seguida por Jacobo para llevar a cabo su enseñanza.

De acuerdo con el análisis de datos, la secuencia didáctica que aparece en las dos clases de Jacobo para llevar a los estudiantes a comprender el tema de las interacciones depredador-presa y el equilibrio de los ecosistemas está conformada por siete etapas (ver Figura 4.2), las cuales son: 1) Bienvenida a la clase, 2) Introducción al contenido, 3) Presentación de los conceptos de depredados, herbivoría y presa, 4) Recuperación y revisión de conocimientos previos, 5) Presentación del equilibrio de los ecosistemas, 6) Síntesis de conceptos e información, y 7) Cierre de la clases. Las etapas de la secuencia didáctica están vinculadas entre sí y encaminadas a lograr el Aprendizaje esperado en la ERE, pero cada una tiene su propia duración y un propósito específico de acuerdo con lo ocurrido en las clases observadas. Las tres primeras etapas se desarrollan en la sesión uno, y el resto en la sesión dos.

Figura 4.2.

Secuencia didáctica de Jacobo para enseñar las interacciones depredador-presa y su papel en el equilibrio de los ecosistemas



Fuente. Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 4.2, las etapas 1 (Bienvenida a la clase) y 7 (Cierre de la clase) pertenecen a la administración del aula remota, y aunque en ambas el profesor Jacobo dio indicaciones sobre la plataforma *Classroom*, tuvieron diferentes propósitos; por ejemplo, la etapa 1 estuvo orientada en marcar el inicio de la clase, dar tiempo a que los alumnos preparen sus materiales (libreta, plumas, etc.) para la clase de biología e indagar sobre su estado de ánimo y salud. Esto lo hizo Jacobo a través de preguntas directas, conversación amena con los alumnos e indicaciones. Por su parte, la etapa 7 estuvo encaminada en dar instrucciones o hacer aclaraciones sobre el producto que estuvieron trabajando los estudiantes, así como notificar el fin de la sesión. Cabe señalar que Jacobo llevó a cabo una labor de administración del aula durante ambas sesiones sincrónicas, sin embargo, las etapas 1 y 7 no están ligadas directamente a una actividad de enseñanza a diferencia del resto de las etapas en cuyo caso la administración del aula remota se centró, principalmente, en involucrar a los estudiantes en la actividad y gestionar su participación.

En las etapas 2 (Introducción al contenido), 3 (Presentación de los conceptos depredador, herbivoría y presa) y 5 (Presentación del equilibrio de los ecosistemas) el profesor recurrió a sus explicaciones y a la participación de los alumnos para enseñar las interacciones depredador-presa y su rol en el equilibrio de los ecosistemas; como material de ayuda empleó una presentación en *PowerPoint* y pidió a los alumnos tomar notas de la información relevante. En cambio, en la etapa 4 (Recuperación y revisión de conocimientos previos) Jacobo planteó un ejercicio de preguntas y respuestas sobre los conceptos vistos en la sesión uno, y en la etapa 6 (Síntesis de conceptos e información) los alumnos realizaron un cuadro sinóptico utilizando las notas que tomaron en las etapas anteriores sobre presa, depredador, herbivoría y la dinámica de las poblaciones.

4.2. Conocimiento didáctico y disciplinar de Jacobo para enseñar las interacciones depredador-presa

En cada una de etapas de la secuencia didáctica identificada aparecen elementos que refieren a las características del conocimiento de Jacobo para enseñar las interacciones depredador-presa. De acuerdo con el análisis categórico, en total se identificaron cinco características principales de los conocimientos didáctico y disciplinar de Jacobo en la enseñanza a distancia de las interacciones depredador-presa en el equilibrio de los ecosistemas (ver Tabla 4.1). En relación con el conocimiento didáctico, se observaron que este se caracteriza por el uso de estrategias de enseñanza, consideración de las

características del aprendizaje de los alumnos y las consideraciones curriculares; por su parte, el conocimiento de la biología se caracteriza por el dominio que tiene el profesor Jacobo sobre el contenido a enseñar y su dominio de la NdC.

Tabla 4.1.

Características y categorías de análisis del conocimiento de Jacobo para enseñar las interacciones depredador-presa en el equilibrio del ecosistema

Conocimientos	Categorías de análisis	Características identificadas
Conocimiento didáctico.	Concreto-abstracto.	Uso de estrategias de enseñanza.
	Organizadores gráficos.	
	Gestión de la clase remota.	
	Conocimientos previos.	Consideración de características del aprendizaje en los estudiantes.
Inferencias de los alumnos.		
Dificultades de los alumnos.		
Experiencias de los alumnos.		
Conocimiento de la biología.	Aprendizaje esperado.	Consideraciones curriculares.
	Explicación de conceptos.	Dominio del contenido de las interacciones depredador-presa.
	Explicación de leyes y modelos.	
	Dimensión histórica.	Dominio de la NdC.
	Generación del conocimiento biológico.	
Finalidad de la biología.		

Fuente. Elaboración personal.

En relación con el uso de estrategias de enseñanza como un aspecto característico de Jacobo, se puede decir que este se conforma de tres estrategias de enseñanza las cuales son concreto-abstracto, organizadores gráficos y gestión de la clase. Además, el profesor toma en consideración cuatro aspectos relacionados con las características del aprendizaje de sus estudiantes que son conocimientos previos, inferencias, dificultades y las experiencias que ellos obtienen y que estén relacionadas con el fenómeno de la depredación y el equilibrio ecológico. Sobre las consideraciones curriculares, el aspecto principal que Jacobo planteó fue el Aprendizaje esperado. Por su parte, el conocimiento biológico se caracteriza por el dominio de este a través de la explicación de conceptos,

leyes y modelos, así como un dominio que tiene el profesor sobre la NdC mediante la dimensión histórica, generación de conocimiento y finalidad del tema.

Aunque estas características del conocimiento de Jacobo aparecen a lo largo de la secuencia didáctica de ambas clases en línea, no se presentan de la misma manera. En relación con lo anterior, la Tabla 4.2 brinda un panorama general del conocimiento de Jacobo, y sus características, durante la enseñanza a distancia de las interacciones depredador-presa y su relación con el equilibrio de los ecosistemas. La tabla se organiza de acuerdo con las etapas de la secuencia didáctica identificada en las dos sesiones de clase del profesor.

Tabla 4.2.

Conocimiento de Jacobo para enseñar la interacción depredador-presa, así como su papel en el equilibrio de los ecosistemas

Características del conocimiento de Jacobo	Categorías de análisis	Etapas de la secuencia didáctica						
		1. Bienvenida a la clase	2. Introducción al contenido	3. Presentación de los conceptos	4. Recuperación y revisión de conocimientos	5. Presentación del equilibrio de los ecosistemas	6. Síntesis de conceptos e información	7. Cierre de la clase
Uso de estrategias de enseñanza	Concreto-abstracto		✓	✓		✓		
	Organizadores gráficos						✓	
	Gestión de la clase remota	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CDC	Consideración de conocimientos previos		✓	✓	✓	✓	✓	
	Inferencias de los alumnos		✓	✓		✓		
	Dificultades de los alumnos		✓	✓		✓		
	Experiencias de los alumnos		✓	✓				
Consideración de estándares del aprendizaje	Aprendizaje esperado		✓	✓	✓	✓	✓	
Conocimiento de la biología	Dominio del tema contenido de las interacciones depredador-presa		✓	✓	✓	✓	✓	
	Explicación de leyes y modelos					✓		
	Dimensión histórica					✓		
Dominio de la NdC	Generación del conocimiento biológico					✓		
	Finalidad de la biología		✓	✓	✓	✓	✓	

Fuente. Elaboración propia.

Como puede observarse, el conocimiento de Jacobo aparece en mayor medida durante la etapa 5 de la secuencia didáctica en comparación con el resto de las otras etapas, y se

debe a que el profesor se centra en desarrollar el tema principal que es la influencia de las interacciones depredador-presa en el equilibrio de los ecosistemas. En seguida se encuentran las etapas 2 y 3 donde, como indica la tabla, se observa en Jacobo una mayor variedad de características de conocimientos. Lo anterior puede deberse a que, en estas tres etapas, el profesor trata directa y activamente el contenido al introducirlo, presentarlo y desarrollarlo en el aula remota.

En cambio, se observa que las características del conocimiento didáctico y disciplinar están en menor medida en las etapas 4 y 6, donde los alumnos recapitulan y sintetizan el contenido, así como en las etapas 1 y 7 utilizadas principalmente para indicar el inicio y fin de la sesión. El conocimiento de Jacobo se pone en evidencia, sobre todo, en aquellas etapas que involucraron una mayor participación y acción del profesor en comparación con las etapas 4 y 6, donde los alumnos desarrollaron las actividades y con las etapas 1 y 2 relacionadas directamente con la gestión del aula. Lo anterior es congruente con la literatura especializada que refiere que el conocimiento del maestro es observable en sus acciones pedagógicas y discurso (Salazar, 2012; Escudero y Carrillo, 2020).

En lo que respecta a los dominios de conocimiento didáctico y biológico de Jacobo, se identificaron aquellos conocimientos que tuvieron mayor y menor presencia en la enseñanza a distancia del maestro. Por ejemplo, en el dominio del CDC, se identificó que la estrategia con mayor presencia es la gestión de la clase remota y es utilizada desde la etapa 1 a la 7 (ver Tabla 4.2). Como se mencionó en la sección anterior, el profesor recurrió a su conocimiento sobre la gestión del aula para dar a los alumnos indicaciones sobre la plataforma, actividades y productos, así como para administrar la participación de ellos y cerciorarse de que la clase y las actividades fluyan correctamente.

Sobre el conocimiento de Jacobo respecto a los estudiantes, se observa en la Tabla 4.2 que tiene mayor presencia en las etapas 2, 3 y 5, justo cuando abordó de manera activa el contenido. En este sentido, aunque el profesor tuvo un papel importante en la introducción y presentación del contenido, promovió que los alumnos compartieran sus conocimientos previos, experiencias e inferencias para trabajar el tema. Además, en estas etapas se detonaron las dificultades de los alumnos respecto a su aprendizaje, cuando Jacobo enseñó los conceptos e ideas del contenido. Por su parte, durante la etapa 4 aparecen únicamente los conocimientos previos del alumno, ello resulta congruente con el propósito de la etapa que consiste en la revisión y recuperación de conocimientos previos. El Aprendizaje esperado (dimensión del CDC) aparece de la etapa 2 a la 6 al igual que la explicación de

conceptos y la finalidad de la biología (dimensión del conocimiento de la biología). En cuanto al Aprendizaje esperado, este es una guía en la práctica de Jacobo y en sus decisiones didácticas y del contenido, de aquí que apareciera en la introducción, presentación, recapitulación y síntesis del tema a la par de sus explicaciones de conceptos y la finalidad de la biología.

Finalmente, los organizadores gráficos (dominio del CDC), las explicaciones de leyes y modelos, la dimensión histórica y la generación del conocimiento biológico (dimensión del conocimiento de la biología) tienen participación únicamente en las etapas 5 y 6. Al respecto de los organizadores gráficos, su uso apareció en la etapa 6, cuando los alumnos presentaron un cuadro sinóptico a manera de síntesis de información. Los restantes tuvieron lugar en la etapa 5, cuando Jacobo explicó la relación de las interacciones depredador-presa en el equilibrio de los ecosistemas apoyándose de la Ley de Lotka-Volterra (explicación de leyes y modelos) y la NdC (dimensión histórica y generación del conocimiento biológico).

Los siguientes apartados dan cuenta de las características del CDC de Jacobo, con ello para dar respuesta a la pregunta general que orienta esta investigación (¿Qué características tiene el CDC que utiliza el profesor de secundaria para abordar las interacciones ecológicas durante la ERE?) y de la cual se derivó el objetivo general. La información está organizada y presentada en función de las preguntas particulares. Como parte de los resultados, también se da evidencia del conocimiento de la biología de Jacobo que se relaciona con la última pregunta particular y debido a que el estudio y comprensión del CDC debe contemplar la influencia de los conocimientos disciplinares del profesor (Özden, 2008).

4.2.1. ¿Cómo emplea el profesor de biología su CDC en la ERE para enseñar en secundaria las interacciones ecológicas (depredador-presa)?

4.2.1.1. Las estrategias de enseñanza: ir de lo concreto a lo abstracto

Para lograr la enseñanza de las interacciones depredador-presa y su importancia en el equilibrio de los ecosistemas, Jacobo empleó tres estrategias: ir de lo concreto a lo abstracto, los organizadores gráficos y la gestión de la clase remota. Sobre la primera estrategia, Jara (2017) sugiere al profesor partir de lo que el alumno conoce, observa, experimenta, sabe y hace para facilitarle la comprensión de definiciones formales, conceptos, marcos teóricos y leyes; es decir, ir de lo concreto a lo abstracto en la enseñanza. En el caso de Jacobo, se dejó ver que el docente llevó a sus estudiantes al

plano de lo concreto a través de imágenes, gráficas, uso de un caso y experiencias de los alumnos. Lo abstracto en la clase de Jacobo consistió en el uso de definiciones, leyes y modelos por parte del maestro.

Para ilustrar la estrategia de lo concreto y lo abstracto, se muestra el siguiente fragmento de la clase de Jacobo que se llevó a cabo durante la Introducción al contenido (etapa 2). El docente pidió a los alumnos que observaran las siguientes imágenes de seis seres vivos de la Sierra Fría y realizó una serie de preguntas, cuyo fin es identificar a los depredadores y presas para caracterizarlos (ver Figura 4.3). A continuación, se muestra un extracto de lo ocurrido en clase:

Figura 4.3.

Diapositiva empleada por Jacobo para introducir los conceptos de depredador y presa



Fuente. Captura de pantalla de presentación en PowerPoint empleada por Jacobo.

[C6_J_02:57]¹⁶

¹⁶ Los fragmentos de la clase de Jacobo están identificados con el siguiente código, conformado por tres datos: C# número de la clase (e.g., C6), docente (J, Jacobo), y el tiempo en el que aparece esta información en la clase (minuto: segundo). Las entrevistas siguen la misma lógica: Ent# número de entrevista (Ent1), docente entrevistado (J, Jacobo), y el tiempo en el que aparece esta información (minuto: segundo).

Jacobo: *Bien. Ángel, ¿me ayudas a leer las preguntas que están abajo de la diapositiva?*

Ángel: *Sí, profe. ¿Cuáles son depredadores? ¿Cuáles son presas?*

Jacobo: *Perfecto. Gracias, Ángel. A ver chicos, vamos a platicar sobre esta temática con lo que saben, con el conocimiento que traen de esto. No importa si ahorita estamos bien o estamos mal. Quiero que hagan consciente lo que sabes. Elena, te escuchamos.*

Elena: *Para mí, los depredadores en la imagen, es el gato montés y la presa, el venado cola blanca.*

Nallely: *[...] de los depredadores, bueno, el gato montés. La presa es venado cola blanca y [...] el cacomixtle.*

Jacobo: *¿Por qué Nallely?*

Nallely: *Porque cuando vimos cadenas alimentarias... hay animales que se lo comen.*

Jacobo: *A ver, yo te pregunto, ¿el cacomixtle no come animales?*

Nallely: *Come grillos, nada más.*

Jacobo: *Y, ¿no son animales?*

Nallely: *Sí, también son depredadores.*

Jacobo: *¿Sí? ¿Tú dirías que los hongos son depredadores, se comen, cazan a sus seres, a los seres que comen?*

Elena: *Los hongos se comen cosas ya muertas y no las matan, así que no son depredadores.*

Jacobo: *Son, ¿qué? De acuerdo con un concepto de clases pasadas [se refiere a las clases alusivas al flujo de energía en los ecosistemas], son, ¿qué?*

Elena: *Descomponedores.*

Jacobo: *Muy bien. Y ahora les quiero hacer otra pregunta que me gustaría que contestaran sobre todo los que no han participado hoy. A ver, el venado cola blanca, que está ahí en las imágenes, ¿qué come? [...]*

Alumnos: *<¡Plantas!> <¡Plantas!>*

Jacobo: *Plantas, pasto, plantas. Perfecto. ¿Es depredador o no?*

Sara: *[Sí] Porque... Pues porque come pasto.*

Jacobo: *[...] ¿el venado cola blanca será un depredador porque come pasto?*

El extracto anterior muestra cómo Jacobo partió de imágenes de seres vivos de la Sierra Fría (encino, cacomixtle, gato montés, venado cola blanca, pino y *Amanita muscaria*) para activar los conocimientos previos de los alumnos sobre el flujo de energía en el ecosistema, y motivarlos a explorar las características de depredadores y presas. Esto lo hizo elaborando preguntas a partir de los seres vivos que están representados en las imágenes y después de que han sido analizados en clases pasadas (*“De acuerdo con un concepto de clases pasadas, son, ¿qué? Descomponedores”*). De esta forma, los alumnos identifican al cacomixtle como un animal depredador y a su vez como presa, pues es insectívoro y comida de depredadores mayores; por tanto, una característica de los depredadores es que también pueden ser presas para otros animales y el comer insectos también los hace depredadores.

Jacobo parte de lo que el alumno sabe, conoce y observa (Jara, 2017) (es decir, de lo concreto) para dotar de características y atributos a los depredadores y a las presas antes de presentar formalmente la definición (abstracto) de estos conceptos en la etapa 3. En palabras de Miranda (2017), enseñar un tema a partir de lo concreto ayuda a sentar las bases para el aprendizaje de los alumnos, pues los hace que reflexionen y construyan una teoría general (idea) o hipótesis para después formar conceptos abstractos. En este sentido, Jacobo orienta a sus alumnos con preguntas e imágenes para que por sí mismos comiencen a formular la definición de los conceptos de depredador y presa: *“Pero, ¿la definición correcta de un depredador es el que persigue a sus presas o el que se come a sus presas?”*

Esto también se puede ver en la etapa 5, donde Jacobo presenta el caso de la liebre americana y el lince canadiense para que los alumnos comprendan la dinámica depredador-presa y su papel en el equilibrio ecológico. El caso se acompañó de un recurso visual como lo es la gráfica de líneas que muestra estadísticamente el crecimiento poblacional de ambos animales (ver Figura 4.4). En esta etapa, se observa a Jacobo ejemplificar y explicar el contenido de una manera visual y en una situación real para facilitar la comprensión abstracta del tema. Para ejemplificar lo anterior se presenta el siguiente fragmento extraído de la etapa 5 y la gráfica que utilizó Jacobo para enseñar el contenido:

[C7_J_05:33]

Jacobo: *[Presenta el caso de la liebre americana y el lince canadiense] Ahora voy a platicar un poco más de cómo se da la dinámica de las poblaciones de depredadores*

y de presas. Esto es, cómo se da esta interacción entre las poblaciones de depredadores y de presas, ¿sí? Bien, empezamos. [...] Ángel nos va a ayudar a leer.

Ángel: [Comienza a leer una diapositiva] [...] Las poblaciones de depredadores y presas en una comunidad no se mantienen constantes con el tiempo. En muchos casos, varían en ciclos que parecen estar relacionados entre sí. El ejemplo más citado de dinámicas entre depredador y presa son los ciclos del lince un depredador y su presa, la liebre. Sorprendentemente, este ciclo puede verse en la información obtenida hace casi 200 años a partir del número de pieles conseguidas por los cazadores en los bosques de Norteamérica.

Jacobo: [Presenta la gráfica (ver Figura 4.4) a los alumnos y pide que la observen con detenimiento].

Jacobo: [Comienza la explicación] Las poblaciones de depredadores y presas no son constantes con el tiempo, en muchos meses, años, décadas. Podemos ver aquí [en la gráfica] que varían con el paso del tiempo y varían... depredador y presa. No podemos tener que la presa se mantenga constante y los depredadores haya más y haya menos o al revés. No podemos tener una población constante de depredadores y que las presas suban y bajen. Generalmente hay una relación, y esta relación se manifiesta en ciclos. Esto es, con un patrón de regularidad en el que vemos que una afecta a la otra. Eso es lo más importante de esto, cómo la población de un depredador afecta a la presa y la población de una presa afecta a un depredador. [...]

Jacobo: [...] ¿Qué pasaría Jesús si tuviéramos [muchas] presa[s] y pocos depredadores?

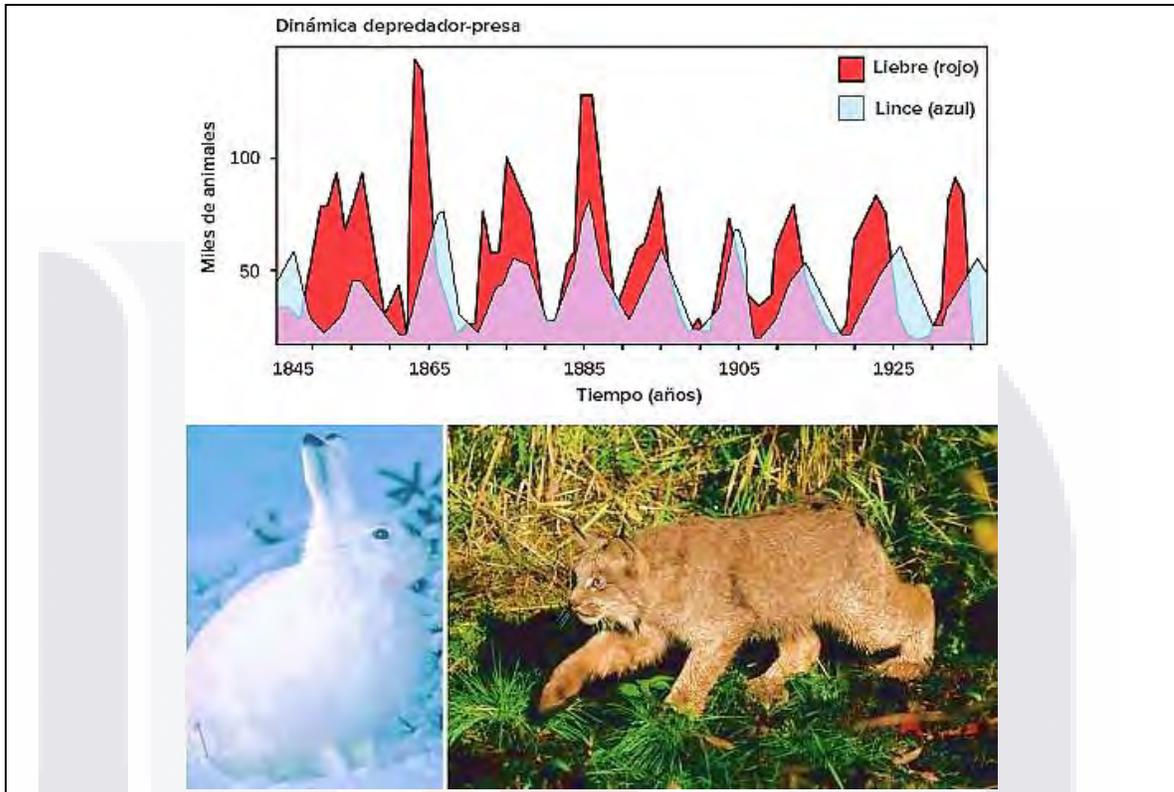
Jesús: ¿Habría muchas plagas?

Jacobo: Exactamente y se podría desatar una sobrepoblación de la presa y entonces los conejos se multiplicarían como locos y afectaría a otro factor que afectaría a otro componente del ecosistema. [...] Todo eso tiene un impacto global sobre el balance del ecosistema. ¿Vas entendiendo porqué el tema se llama equilibrio en los ecosistemas? Porque depende de las poblaciones de depredadores y de presas.

Jacobo: [...] las poblaciones de la liebre americana y de su depredador principal, que es lince canadiense, presentan ciclos repetitivos, ¿sí? Aquí tenemos la imagen del lince y tenemos la imagen de la liebre. Fíjate por favor en la gráfica que la voy a explicar. Nos da la dinámica del depredador y de la presa [...].

Figura 4.4.

Gráfica empleada por Jacobo para representar la dinámica de las poblaciones depredador-presa



Nota. Recurso recuperado por el profesor del sitio web Khan Academy. La gráfica de líneas va acompañada de una imagen de la liebre y del lince.

El fragmento presentado es representativo de cómo Jacobo llevó a sus estudiantes a un vaivén entre el plano concreto y el abstracto durante la ERE. Se puede observar que después de presentar el caso del lince y la liebre canadiense el cual se acompaña de la gráfica como recurso visual al alumno (concreto), Jacobo retoma la explicación del concepto de dinámica de las poblaciones depredador-presa (abstracto), inmediatamente después de esto, el maestro solicita a los alumnos que infieran las consecuencias del rompimiento de la dinámica entre depredadores y presas (“¿Qué pasaría Jesús si tuviéramos [muchas] presa[s] y pocos depredadores?”). Este vaivén de lo concreto a lo abstracto, por parte de Jacobo, permite a los alumnos acercarse al concepto de dinámica de las poblaciones de dos formas: la primera de manera particular a través de casos y ejemplos concretos provenientes de la vida cotidiana, la segunda desde una perspectiva teórica por medio de definiciones. Ambos acercamientos están conectados y se complementan el uno con el otro para una mayor comprensión por parte del alumnado.

Para Jiménez (2009) y Penagos (2018), enseñar sobre la dinámica de las poblaciones requiere un esfuerzo del profesor para que los conceptos y definiciones asociados a este tema sean claros y comprensibles ya que están estrechamente ligados a otros contenidos referentes a la evolución, genética y ecología. Para facilitar esta tarea al profesor, Artola et al. (2016) recomiendan el uso de gráficas como un recurso didáctico indispensable para la enseñanza de la dinámica de las poblaciones. En este sentido, Jacobo empleó la gráfica para mostrar los ciclos poblacionales de la liebre y la lince a sus alumnos, brindándoles la oportunidad de interactuar visualmente con el contenido y crear una representación mental de aquello que es abstracto.

Durante la entrevista a Jacobo se le preguntó sobre el uso de gráficas en sus clases remotas, esto respondió:

[Ent1_J_36:52]

Les cuesta mucho trabajo [comprender el contenido], por lo menos, que el niño empiece a ver que hay fenómenos que se registran en décadas, en cientos o en miles de años, [las gráficas] ayudan a que empiece a visualizarlo [...]. En biología, [...] siempre tienes que tener bien ubicado los elementos de transversalidad que vas a hacer, [...] esa gráfica [implica] análisis e interpretación de la información en matemáticas [...] ¿Cómo es eso? Pues [...] enseñarles a leer gráficas de seres vivos porque si tu recuerdas veíamos ahí qué significaba el eje de las X, qué significaba el eje de las Y, cómo se traslapaban y en qué punto iban a ser iguales y cómo subía y bajaba.

Según lo indica Jacobo, el utilizar las gráficas como un recurso visual en la clase de biología, involucra un dominio del profesor de la matemática y parte de una tarea de transversalidad entre ambas asignaturas. En el discurso de Jacobo, es notorio el valor que otorga a las gráficas como una representación visual útil para que el alumno construya una imagen mental de los ciclos que experimentan las poblaciones, en este caso, de lince (depredadores) y liebres (presas). Para Arias et al. (2011), el uso de recursos visuales ayuda a que el alumno domine los conceptos del contenido y desarrolle la habilidad de representarlos simbólicamente. Además, Jacobo apunta a las gráficas como un recurso didáctico para que el estudiante entienda que la comprensión de un fenómeno se construye a través del tiempo, esto se relaciona con el dominio de la NdC de lo cual se hablará en páginas siguientes.

Como se ha dejado ver, el uso de la gráfica de líneas es un elemento indispensable para el análisis del caso de la liebre y la lince. Al emplear la gráfica, también se observa

una mayor participación de los alumnos en la actividad, quienes mostraron interés en interpretar la gráfica y así dar respuesta a las preguntas que el profesor planteó en clase. Las respuestas de los alumnos fueron empleadas por Jacobo para construir una comprensión sobre la dinámica de las poblaciones y el equilibrio de los ecosistemas:

[C7_J_19:21]

Jacobo: [...] *la población de depredadores y de presas siempre tendrá que moverse de manera parecida en un ciclo. [...] ¿Qué pasaría si hay muchas presas y el otro no se adecúa? Tendríamos un trueno del ecosistema. ¿Por qué, Ana?*

Ana: *Porque xxxx sobrepoblación dentro de los animales. Xxxx tanto de xxxx con plantas se van a acabar la naturaleza. Los carnívoros se van a comer a los xxxx entonces va a ser un ciclo con demasiada carga xxxx suficiente alimento xxxx.*

Jacobo: *Exactamente. Un gran desequilibrio por sobrecarga de uno o de otro. Y se van a acabar un recurso o se va a acabar alguna población. Por eso los ecosistemas, de manera natural, tienen estos ciclos de subida y de bajada.*

Además del empleo de la gráfica, el caso de la liebre y el lince, representó un esfuerzo por parte del docente para lograr que los alumnos se movieran de lo concreto a lo abstracto, sin embargo, se quedan en lo concreto. Las respuestas de los alumnos a las preguntas planteadas por el profesor, así como la interpretación de la gráfica, son un ejemplo de cómo ellos contribuyeron a construir el conocimiento concreto del tema, mientras que Jacobo contribuyó con el conocimiento abstracto.

Es importante mencionar que el empleo de un caso y una gráfica, dentro de la estrategia de lo concreto a lo abstracto, facilitan la comprensión del contenido, así como motivar la participación del alumno en un contexto educativo incierto donde la literatura ha reportado falta de motivación, aburrimiento, ansiedad y cansancio como obstáculos recurrentes en la práctica docente (Sánchez et al., 2020). Además, recurrir al método de casos y el uso de representaciones visuales es una estrategia ampliamente recomendada para enseñar la dinámica de las poblaciones en secundaria (Penagos, 2018) y que, en el contexto de la ERE, Jacobo busca que los estudiantes comprendan el fenómeno desde su hogar prescindiendo de las salidas de campo, y con ello cuidando de su salud.

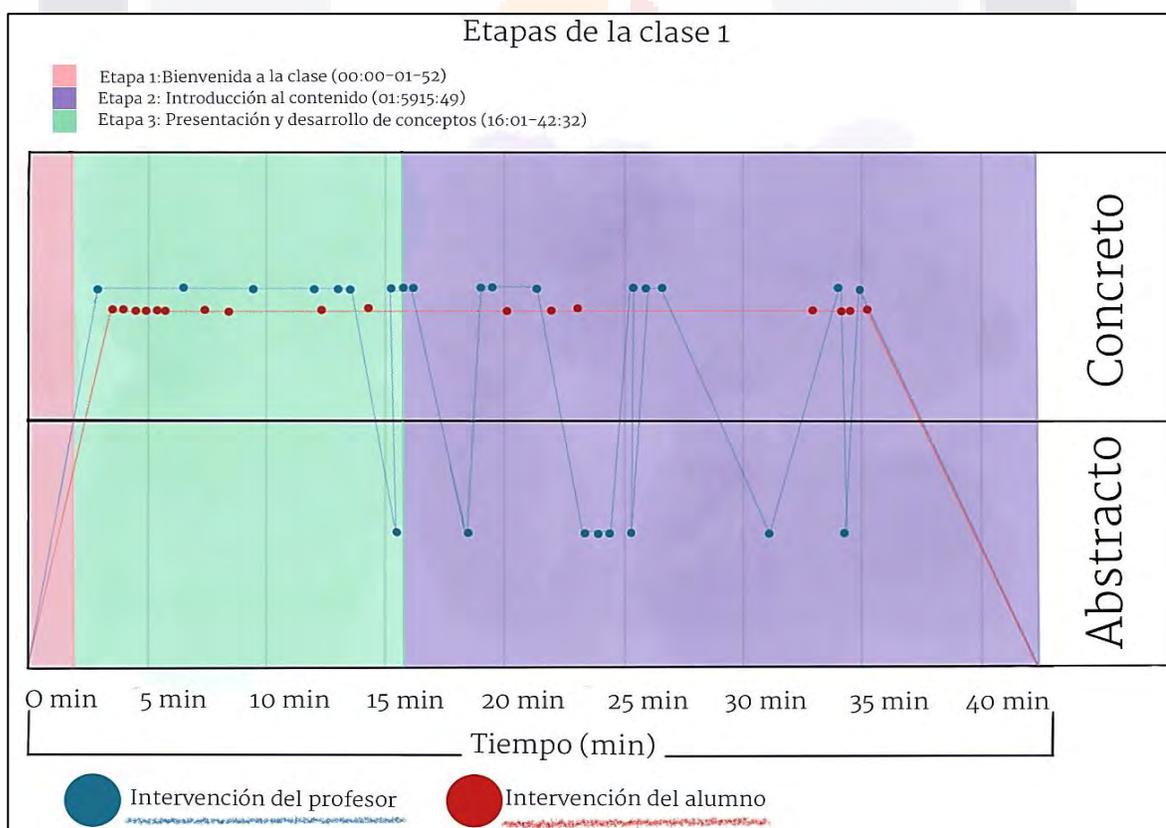
Además, en relación con la estrategia de lo concreto a lo abstracto, a lo largo de las clases observadas, el alumno participó activamente en la construcción de su conocimiento concreto, esto al formular ejemplos, identificar características del depredador y la presa,

hacer inferencias e intentar interpretar una gráfica. Quizás, el único momento en el que el alumno se movió al plano de lo abstracto fue cuando se le pidió leer una diapositiva elaborada por el profesor por lo que no se tomó en cuenta como una participación en lo abstracto por parte del alumno. En cambio, el profesor estuvo en ambos planos ya sea para dar ejemplos, explicar conceptos, usar recursos visuales, etc.

En las siguientes gráficas (ver figuras 4.5 y 4.6) se muestran los turnos de participación del profesor y los alumnos, ya sea en el plano de lo concreto o de lo abstracto. El eje horizontal refiere el tiempo (en minutos) y la etapa de la sesión en el que ocurrió la intervención, por su parte, en el eje vertical se detalla si la intervención se encuentra en el plano de lo concreto o de lo abstracto. Como se muestra, la participación del alumno está marcada con una línea azul, mientras que la del profesor con una línea roja.

Figura 4.5.

Participación de los alumnos y de Jacobo en la sesión 1 (concreto-abstracto)



Fuente. Elaboración propia.

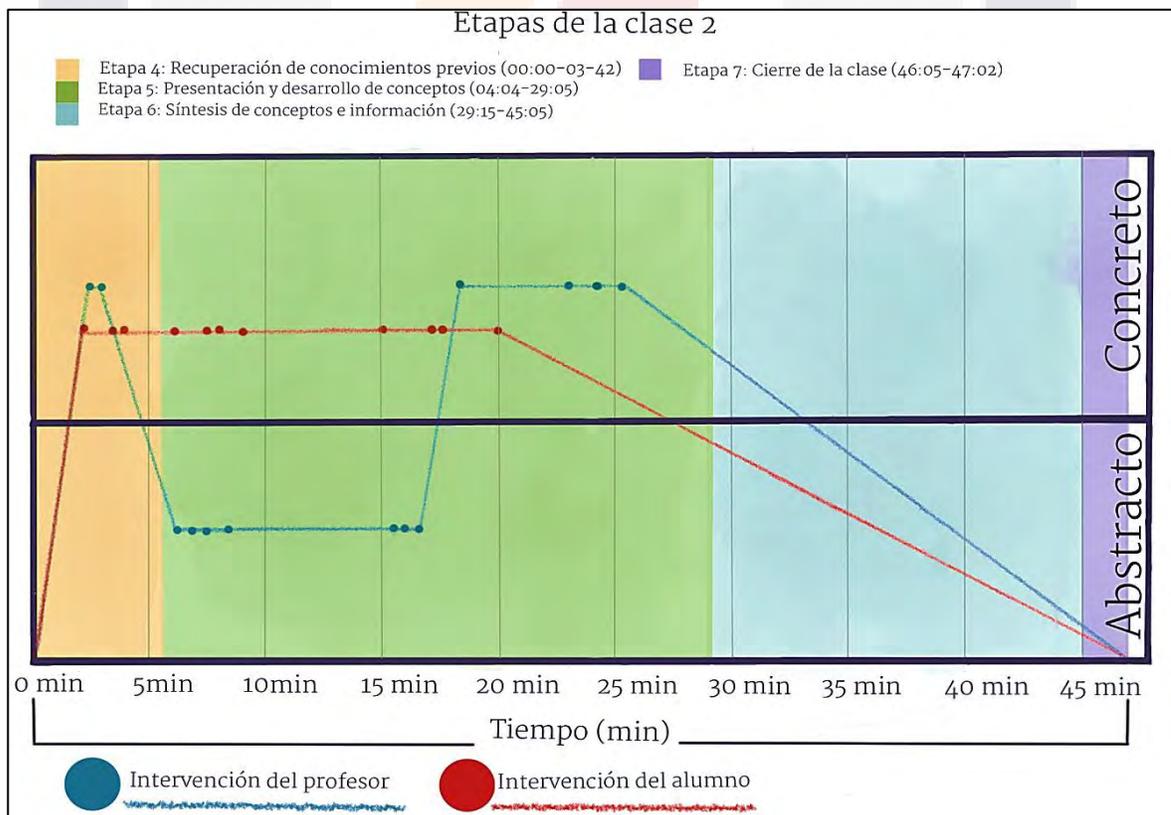
En la Figura 4.5 se observa que la participación de los alumnos se mantiene constante en el plano de lo concreto, esto en las etapas 2 (Introducción al contenido) y 3 (Presentación

de los conceptos depredador, herbivoría y presa). Los alumnos construyen conocimiento en torno al concepto a través de aspectos concretos que brindaron a la clase (ejemplos de depredación, y de adaptaciones) para identificar atributos de los depredadores y las presas. Por su parte, Jacobo se encarga de proveer a los estudiantes la definición de conceptos para coadyuvar en la comprensión abstracta del contenido. Además, la Figura 4.5 deja ver que Jacobo enriqueció estas definiciones con aspectos concretos, en el caso de esta sesión fueron ejemplos de la vida cotidiana del alumno e imágenes, con la finalidad de una comprensión precisa de los conceptos relacionados con el contenido.

Por su parte, como lo indica la Figura 4.6, durante la sesión 2, Jacobo nuevamente fomenta la participación de los alumnos para que intervengan en la construcción de conocimiento concreto del contenido en las etapas 5 y 6 (Recuperación y revisión de conocimiento previos y Presentación del equilibrio de los ecosistemas respectivamente). Una vez más, las intervenciones de Jacobo son, principalmente, en el plano de lo abstracto reduciendo sus participaciones en lo concreto.

Figura 4.6.

Participación de los alumnos y de Jacobo en la sesión 2 (concreto-abstracto)



Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con las figuras 4.5 y 4.6, existe una mayor intervención del profesor y el alumno en el plano de lo concreto, a diferencia de lo abstracto donde solo participó Jacobo. En concordancia con García-Reyes (2019), la depredación es un contenido estructurante de la biología que posee una complejidad conceptual que debe considerarse en su enseñanza. Ante esta situación, el uso de representaciones visuales como imágenes, gráficas, casos y los ejemplos ayudan a ilustrar el contenido, conocer su aplicación en la vida cotidiana y relacionarlo con algún aspecto de su entorno. De esta manera, el alumno podría llegar a crear imágenes mentales que representen las interacciones depredador-presa y su relación en el equilibrio de los ecosistemas.

Asimismo, la estrategia de ir de lo concreto a lo abstracto pone el énfasis en dos aspectos centrales del CDC de Jacobo para enseñar las interacciones depredador-presa, el primero es el que se refiere al aprendizaje guiado y, el segundo, su conocimiento sobre las representaciones. En lo que se refiere al aprendizaje guiado, este se empleó para que el alumno intentara comprender el concepto en términos de sus atributos y peculiaridades (concreto). De acuerdo con Baro (2011), el aprendizaje del alumno es significativo cuando tiene la oportunidad de descubrir el contenido. En clase de Jacobo, el docente procuró que sus alumnos descubrieran e identificaran las características de los depredadores y presas para construir nuevos conocimientos que faciliten su comprensión de definiciones y conceptos (abstracto). Por otra parte, el guiar a los alumnos a que descubran elementos del contenido (e.g., características) favorece el pensamiento abstracto y concreto en el alumno pues recurre a diversos procesos cognitivos que favorecen el “desarrollo de la inteligencia” (Jaramillo y Puga, 2016, p. 31).

4.2.1.2. Uso de organizadores gráficos

La segunda estrategia didáctica implementada por Jacobo, para enseñar el rol de las interacciones depredador-presa en el equilibrio de los ecosistemas, es la elaboración individual de un organizador gráfico, en concreto, un cuadro sinóptico. Para llevarla a cabo, el docente pidió a los alumnos tomar nota de sus explicaciones y las participaciones de sus compañeros generadas en las etapas 3 y 5. Según su planeación, el cuadro debía incluir las siguientes definiciones: Depredador, Presa, Herbivoría, y Dinámica de las poblaciones.

Cuando se le preguntó a Jacobo en la entrevista el propósito de los organizadores gráficos como el cuadro sinóptico en su clase, mencionó que su intención era que el alumno procesara, documentara y evaluara lo que había aprendido:

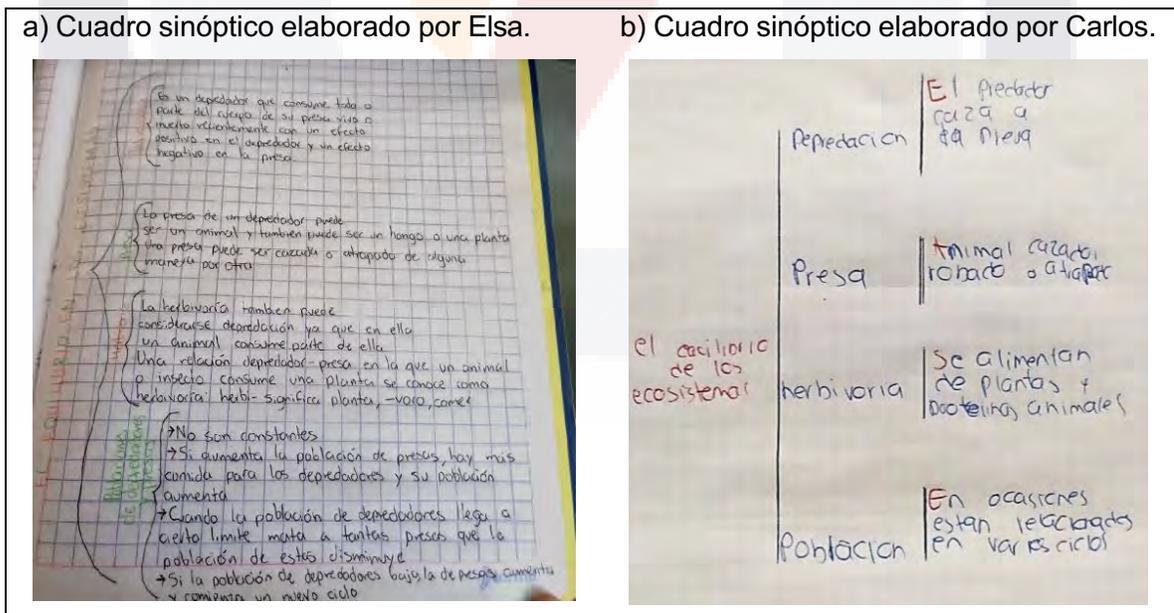
[Ent1_J_23:18]

Estoy convencido [...] de que, durante el proceso de construcción, ante tanta información nueva o conocida, [...] siempre tendrá que haber documentación [...] Pero en el proceso de aprender información [...] hay que organizarla, hay que categorizarla, y hay que jerarquizarla y es ahí donde entra el buen uso y selección de organizadores de información de muchos tipos.

El señalamiento del docente es congruente con lo observado en la clase sincrónica, pues al dejar la actividad al final, los alumnos tuvieron la oportunidad de sistematizar y organizar la información recuperada de las notas de clase a través del cuadro sinóptico, el cual es el producto que se subió a la plataforma *Classroom* como evidencia del trabajo realizado por cada uno de ellos. Sanmartí (2002) considera que los organizadores gráficos pueden ser útiles como un recurso para conocer las comprensiones e ideas del alumnado con respecto al contenido. En este sentido, los cuadros sinópticos de los alumnos de Jacobo contienen las ideas que ellos identifican para explicar el concepto de presa, depredador, herbivoría y la dinámica de las poblaciones:

Figura 4.7.

Ejemplos de los cuadros sinópticos elaborados por los estudiantes de Jacobo



Nota. Fotos de cuadros sinópticos de algunos estudiantes.

De acuerdo con los cuadros sinópticos de los alumnos, se identifica la diferencia en la comprensión e ideas de los alumnos en relación a los conceptos de depredador, presa,

herbivoría y dinámica de las poblaciones de depredador y presas. Por ejemplo, para Elsa, la herbivoría es una forma de depredación donde un animal consume una planta, o parte de ella; además, considera importante incluir la etimología de *herbívoro* en la definición. Por otro lado, Carlos indica únicamente que en la herbivoría se consumen plantas y proteínas animales, esto último es erróneo. Así pues, el uso de organizadores gráficos le permite a Jacobo conocer qué ideas relacionan los alumnos con las definiciones de los conceptos tratados en clase, si existen errores en su razonamiento y qué aspectos deben volverse a retomar.

En la enseñanza a distancia, la responsabilidad del aprendizaje del alumno recae en él mismo y en los adultos en casa (Rappoport et al., 2020); por ende, el profesor no tiene el mismo control ni información sobre proceso de aprendizaje del alumno como sucede en el aula presencial. En el caso de Jacobo, se observó, a ciertos alumnos trabajando y participando en la clase por medio de la cámara, micrófono y *chat*; sin embargo, también hubo alumnos que no hicieron uso de estos medios por lo que no fue posible observar el desarrollo de la actividad. El uso de organizadores gráficos, como el que aquí se presenta, le permitió al profesor conocer el avance del alumno, independientemente de si usó la cámara/micrófono o no, como lo menciona en la entrevista:

[Ent1_J_29:40]

[...] imagina lo que implica ello [se refiere a monitorear] a distancia con unos chicos que sí prenden cámara y otros no. No sé si se están riendo, tomando a broma, tomando en serio. Si uno lo veo preocupado o algo, no lo puedo monitorear igual a distancia que en presencial.

[Ent1_J_30:28]

Creo que también dan evidencias lo que te entregan como trabajos. Obviamente, en este mismo mapa o en este mismo organizador o en estas mismas respuestas, hay que saber leer cómo los niños y el grupo va avanzando.

En palabras de Andrade y Zambrano (2017), los organizadores gráficos, como los cuadros sinópticos, son apropiados para retener las ideas principales y exigen al alumno una mayor concentración y actividad mental, de ahí que la estrategia del profesor podría considerarse adecuada para el contexto de la ERE.

4.2.1.3. La gestión del aula en la clase de Jacobo

La gestión del aula durante la ERE se relaciona con dos acciones principales del profesor Jacobo: monitorear el desarrollo de las actividades y administrar la participación del alumno. En lo que se refiere al trabajo de monitoreo, el maestro solicitaba a los alumnos prender sus cámaras especialmente al momento de realización de las actividades para observar quién estaba trabajando y para que todos mostraran sus avances, por ejemplo, como se puede ver en el siguiente fragmento de la clase ocurrido en la etapa 6 de la secuencia didáctica de Jacobo:

[C5_J_35:10]

Jacobo: *¿Alguien más que tengan su cámara [prendida]? ¿cómo van? Esther, María, Antonio... Antonio hoy no te vi casi en cámara.*

Antonio: *Es que esta cámara quién sabe, espéreme tantito.*

Jacobo: *No te preocupes, tú siempre tienes tu cámara prendida no me apura eso, ¿terminaste? Si tu cámara no sirve o algo, por lo menos ábreme el micrófono. Ponme en el chat para darte salida, ¿sale?*

Jacobo: *Date cuenta que puedo ver quién está trabajando en cámara. De otra manera no me puedo dar cuenta. Por favor chicos, recuerden que hay que prender cámaras.*

Jacobo: *¿Alguno de ustedes quisiera irme mostrando, a mí y a sus compañeros por la cámara cómo...? [Ana prende su cámara y muestra el trabajo al profesor].*

Ante la ausencia de interacción física, Jacobo recurrió a la cámara para vigilar que los alumnos estuviesen involucrados en la actividad, desarrollándola como se las había pedido. En este sentido, el recurrir a la cámara constantemente se volvió su herramienta principal al monitorear a sus alumnos en tiempo real durante la sesión sincrónica y, por ende, un medio de interacción remota. Por su parte, fuera de la clase, Jacobo monitoreó a sus alumnos a través de las evidencias de trabajo que enviaban por la plataforma. Sin embargo, en el contexto de la enseñanza remota, Jacobo estuvo limitado por las carencias tecnológicas, esto se observa cuando le pide a su alumno Antonio encender su cámara sin saber que presenta alguna falla.

Otro aspecto que limitó el uso de la cámara para monitorear fue la disposición del alumno y sus circunstancias familiares como lo menciona el profesor en la entrevista:

[Ent1_J_13:18]

[...] hay niños que son naturalmente muy tímidos en la etapa de la adolescencia, aparte, [prender la cámara] da más timidez o da más seguridad [...], cada quien. Hay niños que son muy tímidos y no les [agrada] estar proyectándose en una cámara o que los estén viendo. Tengo niños que [...] les toca estar al pendiente de que los hermanitos también hagan porque están solos en casa con ellos [...] Hay niños que son supervisados y hay niños que no son supervisados en casa porque entenderemos que también en algunas casas el papá está haciendo trabajo en casa, pero en otros no.

De acuerdo con lo mencionado por Jacobo, la actitud de los alumnos y su contexto familiar fueron aspectos relevantes para ser monitoreados. Como refirió Jacobo en los fragmentos de la clase, la etapa del monitoreo remoto fue primordial en la práctica de Jacobo pues le permitió recabar información en el momento del avance de la actividad y la comprensión del alumno, ante los obstáculos tecnológicos y de disposición para realizar esta labor Jacobo acudió a otras estrategias (e.g., cuadros sinópticos).

Durante las clases observadas, se registró una baja participación de los alumnos haciendo uso del micrófono y la cámara en comparación con el *chat*. Si bien, algunos alumnos no aportaban de manera oral (micrófono), lo hacían de forma escrita (*chat*). No obstante, la prioridad del maestro y la institución fue que los alumnos interactuaran con él a través de la cámara y micrófono, a pesar de que se observó un mayor interés de los alumnos para utilizar el *chat*. Una medida que se tomó para promover la participación del alumno fue otorgarle un valor en la calificación a la participación a través de estos equipos tecnológicos:

[C4_J_25:46]

Jacobo: *Chicos, ¿me recuerdan por favor cómo puedes hacer para obtener todos nuestros puntos de participación en la rúbrica?*

Ana: *Abriendo el micrófono.*

Jacobo: *¡El micrófono! Abriendo el micrófono ya logró la participación.*

Ángel: *Eh... participando en las clases, manteniendo la cámara abierta y no cerrada, pero también una de las cosas más importantes que debe hacer es participar. Si no tienes cámara ni micrófono o alguno de los dos, no sirve bueno, si no tiene micrófono, participar por el chat.*

Aunque en el fragmento, Ángel aclara que el chat puede ser usado en caso de no tener cámara y micrófono, se observó que el maestro atendió este recurso en menor medida dando mayor importancia a la comunicación a través de cámara y micrófono. Cabe señalar que el *chat* fue el principal medio que los alumnos utilizaron para interactuar entre ellos durante las clases remotas. Por ejemplo, en la Figura 4.8 se muestra la discusión paralela que los alumnos sostuvieron en el *chat* mientras el profesor explicaba a un estudiante por qué los grillos también son insectos:

Figura 4.8.

Discusión del maestro y alumnos sobre los grillos como animales (chat-micrófono)

Sesión 1: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

00:05:35.932,00:05:38.932

profe pero los grillos no son insectos?

00:06:15.347,00:06:18.347

pero los insectos son animales

00:06:22.958,00:06:25.958

pues los insectos son animales

00:06:46.348,00:06:49.348

es como los reptiles y los reptiles son iguanas

00:07:59.356,00:08:02.356

profe si la araña no es un insecto que es?

00:08:18.101,00:08:21.101

el profe dijo que era animal

00:08:50.744,00:08:53.744

el alacran

00:08:55.777,00:08:58.777

tmb

00:09:14.663,00:09:17.663

porque tienen más de 6 patas

[C6_J_05:58]

Antonio: ¿Los grillos no son insectos? Porque...

Jacobo: Así es.

Antonio: Dijeron que eran animales.

Jacobo: A ver, fijate bien, eso es bien importante. Los grillos y los saltamontes sí son insectos. Y yo te pregunto Antonio, ¿los insectos no son animales o sí son animales? Antonio, tú, ¿qué crees?

Antonio: Este, sí son animales, pero, ¿que también sean insectos?

Jacobo: Fijate, eso es bien importante. Son animales. Sí, claro. Tú eres un, tú eres un homínido. El perro que tienes en tu casa es un cánido. [...] Pero que estén en grupos más pequeñitos no les quita su categoría de animales. Todos los insectos, los reptiles, los mamíferos, los equinodermos, los anélidos, los gusanos. Todos esos somos del gran reino animal. Entonces, sí son insectos, pero todos los insectos son animales. Lo que sí hay que tener cuidado, por ejemplo, con las arañas. Las arañas no son insectos, pero están en un grupo cercano a ellos y también son animales. ¿Sale?

Fuente. Elaboración personal a partir de los datos recabados.

De acuerdo con la Figura 4.8, Jacobo explicó a Antonio que los grillos pertenecen al reino animal y se ubican en el grupo de los insectos (clase *Insecta*). Para ahondar en esta idea, recurrió a otros grupos de animales como los cánidos (familia *Canidae*), reptiles (clase *Reptilia*) y anélidos (filo *Annelida*). Mientras esta interacción se llevaba a cabo a través del uso del micrófono y cámara, en el *chat* algunos alumnos complementaban lo que el profesor iba explicando (por ejemplo, “... es como los reptiles, los reptiles son iguanas [sic]”), proporcionaban ejemplos (“el alacrán [...] porque tiene más de 6 patas” [ejemplo de arácnido]). Sin embargo, no se observó que el profesor retomara esta conversación para complementar su explicación o realizar alguna aclaración.

En congruencia con Veiga (2009) y Vilorio y Hamburger (2019), el *chat* es una herramienta dinámica que despierta el interés de los alumnos, además de que se adapta a las necesidades de estos. Bajo esta perspectiva y considerando los niveles de participación del alumnado en el *chat*, esta herramienta pudo haber sido una oportunidad de Jacobo para interactuar con sus alumnos y acercarse a las comprensiones y dudas de los ellos en torno al tema de las interacciones depredador-presa e incentivar la comunicación de aquellos alumnos tímidos y con circunstancias familiares especiales.

Si bien, el profesor no empleó el *chat* para incentivar la participación, sí desarrollo dos estrategias específicas para gestionar la intervención del alumno, a través de la cámara y micrófono, en el aula remota. De acuerdo con la entrevista que se le realizó, el maestro utilizó las preguntas dirigidas y recurrió a los estudiantes que frecuentemente participaban (aproximadamente 5 de 21 alumnos), como se muestra a continuación:

[Ent1_J_10:04]

Entrevistadora: *¿Cómo ha experimentado la gestión del aula remota?*

Jacobo: *Pues de una manera más impersonal, con nuevos retos, con nuevas maneras de hacerlo. [...] Por ejemplo, tú recordarás niños que ya estaban con la mano levantada y el micrófono abierto y otros que no. Entonces, ¿cómo gestionar para hacer que todos participen más? A veces preguntas dirigidas, a veces dejar que se expresen los niños que más quieren [participar] ha sido todo un reto, todo un reto de interacción de recursos.*

En congruencia con lo expresado por el profesor en el fragmento precedente, a lo largo de las sesiones sincrónicas observadas, se hizo evidente que ambas estrategias son utilizadas por él desde la introducción al contenido (etapa 2) hasta la síntesis de conceptos

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

e información (etapa 6). Con ambas estrategias, Jacobo logra que sus alumnos intervengan en la clase para construir una comprensión concreta del contenido (como se muestra en el fragmento de la clase sobre el caso de la liebre y la lince), esto debido a que el maestro da pie a que ellos expresen sus ideas, ejemplos e inferencias a través de las preguntas dirigidas y los alumnos de mayor participación.

A pesar de que Jacobo tiene experiencia impartiendo clases de biología (16 años), como se ve en la entrevista, encontró retador articular los recursos tecnológicos con estrategias para lograr la participación del alumno. A raíz de la experiencia con este tema, el profesor Jacobo pudiera estar integrando gradualmente nuevos conocimientos en su conocimiento docente que le permitan realizar su labor de monitoreo a distancia. Cabe señalar que no se encontró en la ERE una estrategia de gestión del aula específica de las interacciones depredador-presa, en este sentido, se coincide con Shulman (1987) y Grossman (1990) en que este conocimiento no es específico de un contenido.

4.2.2. ¿Qué aspectos de los alumnos utiliza el profesor en las actividades implementadas durante la ERE para enseñar las interacciones ecológicas (depredador-presa)?

4.2.2.1. Conocimientos previos

En seguida, se presentan los hallazgos en torno al conocimiento de Jacobo sobre los alumnos, esto en términos de sus conocimientos previos, inferencias, dificultades y experiencias fuera del aula relacionadas con el contenido. En lo que atañe a los conocimientos previos, en la praxis de Jacobo se observó que estos son utilizados para dos propósitos: el primero, para indagar la comprensión de los alumnos sobre el tema visto; y el segundo, para que les sirvieran de base para la construcción de los nuevos conocimientos.

Durante la etapa 4, Recuperación y revisión de conocimientos previos, Jacobo intentó identificar la comprensión de los alumnos sobre los conceptos vistos anteriormente en clase, como se muestra en el siguiente fragmento:

[C7_J_01:39]

Jacobo: *¿Quién me recuerda de lo que vimos ayer, por favor? ¿Qué es un depredador? ¿Cómo podemos definir de manera sencilla un depredador? Te escuchamos, Ana.*

Ana: *Aquellos [animales] comen a los animales xxxx otro tipo de carnívoros. El depredador come, puede ser tanto a un venado como un leopardo, ¿sí o no?*

Nallely: *Eh, un depredador es el que se come todo o parte de alguna presa viva o muerta.*

Jacobo: *[...] vivo recientemente [...]. Por último, para recordar lo que vimos ayer, ¿quién me recuerda cómo se llama el tipo especial de depredación en el que la presa es una planta? ¿Cómo se llama ese fenómeno? ¿Andrea Juárez?*

Esther: *Herbivoría.*

El fragmento precedente deja ver que Jacobo se centró en conocer lo que los alumnos comprenden y recuerdan de los conceptos de depredador y herbivoría; además, una de las alumnas hace una vinculación entre las nociones de depredador y carnívoro, este último se trabajó en sesiones precedentes sobre cadenas alimenticias. A través de las participaciones de las alumnas (Esther, Nallely y Ana) Jacobo indagó los conocimientos previos de ellas, en este momento de la clase se habló de que un depredador es un animal que consume todo o parte de su presa, la cual puede estar viva o muerta recientemente, y que un depredador puede ser un animal herbívoro o carnívoro. El hecho de que Jacobo partiera de los conocimientos previos de las alumnas, a través de preguntas, permitió socializar la información e ideas que habían construido sobre el contenido permitiendo el movimiento del aprendizaje en el contexto de la ERE.

La acción pedagógica de Jacobo de emplear los conocimientos previos como base para la construcción de nuevas comprensiones, tuvo lugar en las etapas 2, 3, 4 y 5 a través de la orientación del profesor. Para ilustrar la idea anterior, se tomaron los siguientes fragmentos de la clase:

[C6_J_03:28]

Jacobo: *A ver chicos, vamos a platicar sobre esta temática con lo que saben, con el conocimiento que traen de esto. No importa si ahorita estamos bien o estamos mal. Quiero que haga consciente lo que sabes. Nicol, te escuchamos.*

Nallely: *[...] de los depredadores, bueno, el gato montés. La presa es venado cola blanca y [...] el cacomixtle.*

Jacobo: *¿Por qué Nallely?*

Nallely: *Porque cuando vimos cadenas alimentarias... hay animales que se lo comen.*

[C7_J_14:48]

Jacobo: *Y, ¿por qué se reproducen más rápido las liebres? ¿Cuál será la razón ecológica de que haya más población? [...] Les voy a dar una pista por si alguien la quiere tomar [...] energía perdida en niveles tróficos. Trata de acordarte.*

Ana: *Que el xxxx por las plantas, pero a la hora de que el lince se coma al conejo ya no va tener la misma energía porque el conejo ya no tiene la misma energía al morir.*

Jacobo: *Ok. Muy bien, Ana. Esa es una razón bien importante. ¿Te acuerdas que mencionábamos que cuando avanzábamos en los niveles tróficos se perdía energía? No toda la energía se pasaba al siguiente nivel. ¿Te acuerdas cuando veíamos el ejemplo de la cantidad de águila y la cantidad de pastos, por ejemplo? ¿Sí? Entonces, eso nos hace que los niveles inferiores, en este caso el conejo, tenga que haber menos cantidad de seres vivos en la relación en el ecosistema, lince, menos. Imagínate si hubiera la misma cantidad de lince que de conejos. Se los acaban y se rompe el equilibrio en el ecosistema, ¿sale? Muy bien. A ver, voy a hacer otra pregunta.*

En el primer ejemplo (C6_J_03:28) se puede apreciar que Nallely recurre a su conocimiento sobre cadenas alimenticias para inferir qué animales de la Sierra Fría son depredadores, y cuáles presas. En el segundo ejemplo (C7_J_15:18), Jacobo da una *pista* a los alumnos para que relacionen *energía perdida* con el hecho de que las liebres se reproduzcan más rápido, esto dentro del tema de equilibrio ecológico. De esta manera, Jacobo intenta movilizar los conocimientos previos del alumno, en este caso cadenas alimentarias, para empezar la construcción del concepto de depredador. Asimismo, Jacobo recurrió a la Ley del diezmo ecológico que se vio durante la enseñanza de las cadenas tróficas, para que lo conectaran con la densidad de población y el equilibrio de los ecosistemas. Por tanto, se podría decir que la enseñanza de Jacobo está centrada en el alumno, en lo que conoce. Los conocimientos previos fueron empleados por Jacobo construir nuevo conocimiento.

El contenido de las interacciones depredador-presa es parte de una red compleja y articulada de contenidos referentes a los ecosistemas, en el ejemplo presentado anteriormente sobre el caso de la liebre y el lince fue necesario que los alumnos se remitieran a sus conocimientos previos sobre flujo de energía en los ecosistemas y cadenas tróficas, para comprender la relación de la densidad de la población de ambas especies.

Por tanto, es fundamental revisar la comprensión de los conocimientos previos para evitar futuras dificultades. Aunque la explicación y presentación de los conceptos (abstracto) estuvo a cargo del docente, los alumnos participaron en cierta medida en la construcción de estos como se deja ver en los extractos anteriores.

4.2.2.2. Inferencias de los alumnos

En este trabajo de investigación, las inferencias hacen referencia a las deducciones y conclusiones basadas en hecho, conocimientos previos, experiencias y creencias de los alumnos (Tan y Wee, 2019). En el marco de esta definición, se encontró que Jacobo empleó las inferencias de los alumnos para construir conocimiento en la etapa 2 (Introducción al contenido), la etapa 3 (Presentación de los conceptos depredador, herbivoría y presa) y la etapa 5 (Presentación del equilibrio de los ecosistemas). El ejemplo que se muestra a continuación pertenece a la etapa 5:

[C7_J_07:54]

Jacobo: *¿Qué les pasaría a los depredadores si fueran demasiado abundantes habiendo pocas presas? ¿Qué crees que le pudiera pasar?*

Elena: *No tendrían que comer.*

Jacobo: *No tendrían que comer. Excelente, Elena ¿Jesús? [...] ¿qué pasaría, Jesús? A ver, ahora tú, al revés. ¿Qué pasaría Jesús si tuviéramos mucha cantidad de presas y pocos depredadores? ¿Qué podría pasar?*

Jesús: *¿Habría muchas plagas?*

Jacobo: *Exactamente y se podría desatar una sobrepoblación de la presa y entonces los conejos se multiplicarían como locos y afectaría a otro factor que afectaría a otro componente del ecosistema. ¿Qué crees que le podría pasar a la población de pastos que se la presa del conejo? Si hubiera pocos depredadores, lince, muchísimos conejos ¿Qué crees que le podría pasar entonces a la población de pastos? ¿Quién me podría decir?*

Jesús: *¿La extinguiría?*

Como se muestra en el extracto anterior, Jacobo alienta al alumno a que genere inferencias a través del cuestionamiento oral no solo en la etapa 5, sino también en la 2 y 3. Dado que es la primera vez que los alumnos ven el tema de las interacciones depredador-

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

presa con Jacobo, es probable que algunas de las respuestas en este fragmento obedecen a las experiencias personales de los alumnos, sus creencias o conocimientos previos adquiridos previamente. En el ejemplo mostrado, el maestro relaciona la competencia entre depredadores (e.g., “¿Qué les pasaría a los depredadores si fueran demasiado abundantes habiendo pocas presas?”) y la cascada trófica (“se podría desatar una sobrepoblación de la presa y entonces los conejos se multiplicarían como locos y afectaría a otro factor que afectaría a otro componente del ecosistema”) para que los alumnos las asocien con el tema de la relación depredador-presa y con el equilibrio ecológico. Ninguno de estos dos conceptos es presentado formalmente aún, sin embargo, Jacobo se vale de las inferencias de los alumnos para ir construyendo comprensión del contenido.

El motivo por el cual Jacobo fomentó la elaboración de inferencias por parte del alumnado podría tener sus razones en el currículo escolar, ya que el Aprendizaje esperado solicita del profesor que el alumno “... *infiere el papel que juegan las interacciones depredador-presa y la competencia en el equilibrio de las poblaciones en un ecosistema*” (SEP, 2017, p. 180). En palabras de del Valle y Mejía (2016), la formulación de inferencias permite al alumno reflexionar y elaborar conclusiones sobre las situaciones y fenómenos naturales, sobre alguna circunstancia que no es claramente visible; por ejemplo, en el fragmento mostrado de la clase de Jacobo, los alumnos no han visto el concepto de competencia intraespecífica pero sí realizan inferencias al respecto guiados por el profesor. La SEP (2017) considera que la capacidad de inferir del alumno es un proceso cognitivo de alta complejidad por lo que en la clase de Jacobo también se estaría evidenciando el trabajo del profesor para lograr en el alumno desarrollar la habilidad de inferir.

Como se muestra en el extracto anterior, el maestro alienta la generación de inferencias del alumno a partir del cuestionamiento oral, esta práctica de Jacobo tuvo lugar en cada una de las etapas donde aparecieron las inferencias de los alumnos (2, 3 y 5). Debido a la situación derivada por la COVID-19, el cuestionamiento oral para promover las inferencias de los alumnos fue una práctica remota pertinente para acercarse al razonamiento del alumno en torno al contenido, adicionalmente, el cuestionamiento oral representó una práctica flexible, pues se adaptó a cada etapa en la que fue utilizada.

4.2.2.3. Dificultades de los alumnos

Durante el cuestionamiento, los alumnos presentaron cuatro tipos de dificultades, la primera está asociada con limitaciones conceptuales, la segunda se vincula con la dificultad para

interpretar gráficas, la tercera es el desconocimiento de la fauna de la Sierra Fría, y la última hace referencia a la clasificación de algunos organismos.

Al respecto de las dificultades conceptuales, uno de los obstáculos más persistentes de los alumnos durante la impartición del contenido tiene que ver con los hongos. Los estudiantes consideran a los hongos como depredadores por su función de descomponer y porque suponían que *comen* seres muertos:

[C7_J_07:59]

Ana: *El venado [es presa] y las, como, ¿plantas [pino y encino]? Porque en sí los hongos descomponen al gato montés y a todo; entonces, son como los depredadores, aunque no se muevan y las presas son...*

Elena: *Los hongos se comen cosas ya muertas y no las matan, así que no son depredadores.*

Ferreira (2018) menciona la existencia de algunos errores conceptuales que poseen los alumnos sobre los hongos, y que son difíciles de erradicar, entre los que se encuentran que son plantas y comen lo *podrido*. Al respecto del primer error conceptual, hongos como plantas, durante la entrevista, Jacobo menciona que esta dificultad que tienen los alumnos es producto de la interacción con su entorno cotidiano (conocimiento no científico), donde prevalece el desconocimiento de estos seres, por ejemplo, el profesor menciona lo siguiente:

[Ent2_J_24:09]

[...] al conocimiento cotidiano que se tiene de los seres vivos, pues es un conocimiento muy práctico que no necesariamente es científico. Tan sencillo como si tú vas a una tienda departamental, o a un super, [encuentras] por ejemplo, frutas y vegetales y ahí están los hongos. Entonces el niño qué dice: “pues todas las demás que están ahí son plantas, seguramente los champiñones son plantas”, es asociación a la práctica a lo largo de la vida.

La respuesta de Jacobo muestra que posee conocimiento sobre la raíz del error del alumno, este conocimiento es importante dentro del CDC ya que le ayuda al profesor a anticipar las soluciones y respuestas que aporten a que los estudiantes superen sus obstáculos conceptuales (Luís y Carrillo, 2020). Ejemplo de lo anterior, es la explicación que da Jacobo para que el alumno comprenda que los hongos no *“comen cosas muertas”*, otro de los errores comunes al respecto de los hongos mencionados por Ferreira (2018):

[Ent2_J_26:47]

La gran distinción entre animales y hongos es la manera de alimentación, porque los hongos al no poderse mover, primero digieren y luego ingieren y los animales al revés. Ahí les explico, cuando llega este punto, [...] que, si tú tienes una concha [pan] en frente, un humano, y cualquier animal, la muerde y se [la come] y luego la deshace. Y el hongo, como no tiene órganos especializados [...] lo hace al revés. Cuando está la concha afuera, le suelta sustancias, se aguada y se deshace y luego absorbe. Esa es la gran diferencia. [...] Por eso se [...] aguada el pan. [...] El hongo no tiene boca, no “le da el mordisco”.

La explicación que Jacobo propone para el alumno refleja cómo su conocimiento sobre el perfil del alumno, lo apoya para tratar los errores conceptuales. A través de una situación cotidiana, a la que el alumno tiene acceso como la comida (concha de pan, papaya), el profesor le ofrece recursos lingüísticos para que comprenda la diferencia entre la alimentación de los hongos y los animales. Además, el lenguaje empleado por el maestro es acorde con el nivel de los estudiantes, esto implica un trabajo entre su conocimiento del contenido y su CDC para simplificar el lenguaje y que no pierda sentido, es probable que el alumno comprenda el ejemplo que le proporcionó sobre el pan a que les explique que los hongos “*tienen una heterotrofia basada en la liberación de enzimas digestivas y luego la posterior absorción a través de la pared celular*” (Ent4_J_28:24), como lo menciona el profesor en la entrevista.

Una cuestión que emergió del uso de la gráfica como una representación visual en la clase de Jacobo es la dificultad de los alumnos para interpretarla y correlacionar variables (ver Figura 4.4):

[C7_J_12:48]

Jacobo: *[...] las poblaciones de la liebre americana y de su depredador principal, que es lince canadiense, presentan ciclos repetitivos, ¿sí? Aquí tenemos la imagen del lince y tenemos la imagen de la liebre. Fíjate por favor en la gráfica [ver Figura 44.] que la voy a explicar. Nos da la dinámica del depredador y de la presa [...] las poblaciones de la liebre americana y el de su depredador principal, que es lince canadiense, presentan ciclos repetitivos, ¿sí? Aquí tenemos la imagen del lince y tenemos la imagen de la liebre. Fíjate por favor en la gráfica que la voy a explicar. Nos da la dinámica del depredador y de la presa. Esto en el eje de las Y nos dice los miles de animales que fueron contados con base en las pieles que se encontraron, en pieles. [...] Este registro*

es fabuloso porque se tienen registros de esta área donde se llevó a cabo este estudio desde 1845, 1865, 1885. Y así, cada 20 años. Fíjate cómo el color rojo nos representa las poblaciones de liebre y el color azul nos representan las poblaciones del lince. Lo que se ve más morado es porque se traslapa uno y otro. ¿Qué puedes ver aquí? ¿Quién me ayuda a interpretar un poco esta gráfica? ¿Qué aseveraciones podrías hacer viendo esa gráfica? ¿Quién me dice que podríamos concluir al verla? A ver, Nallely, empezamos contigo. Danos una, un análisis.

Nallely: *Que yo creo que existen más liebres que lince.*

Jacobo: *Existen más liebres que el lince. Los picos están más altos en el rojo. ¿Será esto lógico o no? ¿Quién me dice por qué? ¿Por qué, Elena? ¿Por qué crees que es lógico que haya más presas que depredadores?*

Elena: *¿Por qué las liebres se reproducen más rápido?*

Jacobo: *Ok. La tasa de reproducción. Y, ¿por qué se reproducen más rápido las liebres? ¿Cuál será la razón ecológica de que se lleve, de que haya más población? [...] Les voy a dar una pista por si alguien la quiere tomar: energía perdida.*

El profesor pretendía que los alumnos logaran hacer una correlación entre dos variables (miles de pieles, tiempo) para que comprendieran que las poblaciones de lince y liebres experimentan disminuciones y aumentos repetitivos en el tamaño de su población a través del tiempo, a esto se refieren los ciclos poblacionales. Sin embargo, alumnas como Nallely y Elena centraron su atención en el tamaño de las poblaciones de depredadores y presas para deducir que existen más liebres que lince debido a su tasa de reproducción, sin establecen una relación entre estas variables para comprender los ciclos poblacionales. Lo anterior deja ver cierta limitación del bagaje matemático de los alumnos en términos de lectura de datos y relación de variables. Para que los alumnos logaran avanzar en la clase y encontraran la relación entre ambas variables, y con ello entender a qué se refieren los ciclos poblacionales en la interacción depredador-presa, Jacobo recurrió a los conocimientos previos de los alumnos:

[C7_J_16:12]

Jacobo: *[...] ¿Te acuerdas que mencionábamos que cuando avanzábamos en los niveles tróficos se perdía energía? No toda la energía se pasaba al siguiente nivel. ¿Te acuerdas cuando veíamos el ejemplo de la cantidad de águilas y la cantidad de pastos,*

por ejemplo? ¿Sí? Entonces, eso nos hace que los niveles inferiores, en este caso [la liebre], tenga que haber menos cantidad de seres vivos en la relación en el ecosistema, lince, menos. Imagínate si hubiera la misma cantidad de lince que de [lince]. Se los acaban y se rompe el equilibrio en el ecosistema, ¿sale? Muy bien. A ver, voy a hacer otra pregunta. ¿Ves que haya alguna relación entre las subidas y bajadas de la población de lince y de conejo en la gráfica? [...]

María: Qué, ¿los lince eran más xxxx en el transcurso del tiempo?

Jacobo: Esa es una relación. Muy bien, María.

Nallely: Yo digo que [...] si las liebres se reproducen, los lince también aumentan porque, así como se reproducen los conejos, también se reproducen los lince.

Como se observa en el extracto anterior, Jacobo recurre al contenido visto en sesiones anteriores sobre las cadenas tróficas para que los alumnos establezcan una relación entre las variables, y comprendan el ciclo de las poblaciones depredador-presa. A pesar de ello, los alumnos expresan dificultades para comprender esta relación, ya que persistió la idea, en algunos de ellos, de que la gráfica ilustra una comparación entre la tasa de reproducción de ambas especies, de ahí que las liebres sean más numerosas que los lince. Se infiere que, además de los obstáculos matemáticos de los alumnos sobre la lectura de gráficas, también existieron dificultades conceptuales, propias del flujo de energía en los ecosistemas, que influyeron en la comprensión e interpretación de dicha gráfica cartesiana (gráfica de líneas) y, por ende, del concepto de ciclos poblacionales.

Para sobrellevar esta dificultad, Jacobo decidió ayudar a los alumnos a leer e interpretar la gráfica, como se muestra a continuación:

Jacobo: Muy bien. A ver, ahorita en la proyección, díganme, por favor, si pueden ver mi cursor. [...] ¿Sí? Fíjate aquí [coloca el cursor encima de los datos de la población de liebres representados en la gráfica]. ¿Qué pasa cuando empieza a aumentar la población de liebres? ¿Qué pasa con la población de lince? [Dibuja este aumento con el cursor] ¿Empieza a aumentar la población de liebres? ¿Qué empieza a pasar con la población de lince aquí?

Ricardo: Eh, ¿aumentan?

Jacobo: ¡Aumentan! Fíjate, pico y aquí, pico. [...] Y luego empieza a bajar la población de liebres. Y, ¿qué pasa con la población de lince?

Alumnos: ¡Baja! ¡Disminuye!

Jacobo: *Disminuye, baja y aquí es también bajita en las dos. Pero, ¿qué pasa cuando uno piensa subir el rojo? ¿Qué pasa con el azul?*

Alumnos: *¿Aumenta? Vuelve a aumentar.*

Jacobo: *Y luego mira, vuelve a bajar la población de azul. Y, ¿qué le pasa a la población de rojo? También, aumenta. ¿Aumenta? ¿Está aumentando aquí en este punto?*

Alumnos: *No, también disminuye. Baja. Es muy pequeño.*

Jacobo: *Ah, disminuye. Perfecto. ¿Te fijas como los picos rojos corresponden muy cercanamente con los picos azules o morados por traslape? ¿Qué nos está diciendo eso? Pues que la población de depredadores y de presas siempre tendrán que moverse de manera parecida en un ciclo.*

Como se observó en la viñeta anterior, Jacobo realiza una lectura de la gráfica acompañada de preguntas a los alumnos, además, utiliza el cursor para facilitar la lectura de dicho recurso visual a distancia. En palabras de Postigo y Pozo (2000), la interpretación y representación de gráficas, conlleva tres niveles de procesamiento, el primero es el explícito en el cual el alumno identifica los elementos en la gráfica y puede leer variables sin establecer asociaciones entre ellas; en el segundo, los alumnos son capaces de establecer relaciones entre variables, usan el razonamiento proporcional e identifican símbolos, leyendas y conceptos relativos a las gráficas; y, el tercer nivel es el del procesamiento conceptual que implica que el alumno sepa extraer conclusiones, explicaciones, predicciones y análisis globales de la gráfica cartesiana. De acuerdo con este marco de referencia, los estudiantes de Jacobo podrían ubicarse en el nivel explícito al reconocer las variables y observar que las variables que representan las poblaciones de depredador y presas expresan aumentos y disminuciones, sin embargo, no logran llevar a cabo un análisis que relacione ambas variables, por lo que necesitan de la ayuda del maestro para enlazar sus conocimientos previos sobre flujo de energía con la gráfica.

En lo que se refiere al desconocimiento de los nombres de los seres vivos de la Sierra Fría y las dificultades acerca de la clasificación de algunos organismos, se identificó lo siguiente:

Tabla 4.3.

Dificultades de los alumnos sobre seres vivos de la Sierra Fría y clasificaciones de algunos organismos

Dificultad	Fragmento de la clase
<p>Desconocimiento sobre los seres vivos de la Sierra Fría.</p>	<p>[C6_J_07:42]</p> <p>Ana: <i>Sí, yo digo que los depredadores... es el gato montés, el xxx y el que se parece al lémur, bueno, no el lémur, que no me acuerdo del nombre.</i></p> <p>Jacobo: <i>¿El cacomixtle?</i></p> <p>Ana: <i>El cacomixtle.</i></p>
<p>Dificultades sobre la clasificación de los seres vivos.</p>	<p>[C6_J_05:58]</p> <p>Antonio: <i>¿Los grillos no son insectos? ¿Porque [...] dijeron que eran animales?</i></p> <p>Jacobo: <i>[...] Son animales. Sí, claro. Tú eres un homínido. El perro que tienes en tu casa es un cánido. [...] Pero que estén en grupos más pequeñitos no les quita su categoría de animales. Todos los insectos, los reptiles, los mamíferos, los equinodermos, los anélidos, los gusanos. Todos esos somos del gran reino animal. Entonces, sí son insectos, pero todos los insectos son animales. Lo que sí hay que tener cuidado, por ejemplo, con las arañas. Las arañas no son insectos, pero están en un grupo cercano a ellos y también son animales. ¿Sale? Entonces, [...] el ser humano es un animal del grupo de los homínidos, del grupo de los primates, del grupo de los mamíferos.</i></p> <p>[C6CHAT_J_06:46]</p> <p>Nallely: <i>es como los reptiles y los reptiles son iguanas.</i></p> <p>[C6CHAT_J_08:58]</p> <p>Elena: <i>El alacrán también [es arácnido] porque tiene más de 6 patas.</i></p>

Fuente. Elaboración personal.

Ante la primera dificultad, desconocimiento sobre los seres vivos de la Sierra Fría, el profesor únicamente menciona el nombre del animal sin ahondar en ello. Para Jacobo, la falta de conocimiento que tienen los estudiantes sobre los animales de la Sierra Fría, o silvestres, es debido a su limitado contacto con ellos y a su edad; al respecto, el profesor menciona lo siguiente en la entrevista: *“porque es primero de secundaria, es un niño que te estoy seguro que el cacomixtle el 90% en la vida lo habían visto dos veces”* (Ent2_J_30:33). En cambio, en la segunda dificultad, clasificación de los seres vivos, el maestro ofrece una explicación al alumno que externó su duda a través del micrófono (Antonio, *“grillos como insectos y animales”*) e ignoró las imprecisiones conceptuales que mostraron Nallely y Elena en el chat (*“los reptiles son iguanas y los alacranes tienen más de seis patas”*). A pesar de no haber respondido las imprecisiones del chat, la explicación que da sobre los grillos muestra un conocimiento de Jacobo sobre taxonomía. Es necesario mencionar que el profesor da una explicación amplia al alumno sobre el asunto y, además, se observa que recurre en varias ocasiones a su conocimiento sobre la clasificación de seres para responder a cuestionamientos de los alumnos (*“Porque los dos son felinos y tienen un hábitat y alimentación muy parecida”*, C4_J_23_10). Ello podría deberse a una cuestión personal y de *expertise*:

[Ent2_J_20:44]

A mí en particular los hongos me gustan, no sé si te había platicado en alguna ocasión o no, mis [...] áreas de gusto y de mayor especialización dentro de biología son evolución y taxonomía y micología, hongos.

En el extracto precedente, Jacobo expresó su preferencia y dominio que tiene sobre la taxonomía, lo cual se ve reflejado en la respuesta que dio al alumno para explicarle por qué un grillo puede ser un animal y un insecto.

4.2.2.4. Experiencias de los alumnos fuera del aula

De acuerdo con lo observado en la práctica de Jacobo, los alumnos experimentaron el fenómeno de la depredación a través de la televisión. Esto luego que el maestro pidiera a los niños un ejemplo de depredación de algún documental que hayan visto:

[C7_J_19:49]

Jacobo: *Muy bien. Muchas gracias. Chicos, ¿quién nos quiere compartir algo que haya visto, ustedes, en canales o en documentales sobre esto? Sobre depredación.*

Nallely: *Una vez vi, este, una parte de una, digamos que serie de televisión, en donde vi que las boas se comen a sus presas, duran... de un solo bocado xxxx [...]. Que las boas al alimentarse se comen su presa de un solo bocado y no, no comen, al final ellas por comer así, no comen durante seis meses o creo que un año nada más. Y vuelven a cazar otra vez.*

Jacobo: *Y se las comen completos y se ve horrible así que abren la boca y se lo tragan completo y adentro lo van digiriendo y se ve el bulto, ¿verdad?*

Nallely: *Sí, profe.*

Jacobo: *Bien padre, pero es como feo. Bueno, a mí me dan muchas ansias y soy biólogo. ¿Sí? Perfecto. Muy bien, a ver, muy bien. Muy bien. Gracias, Nallely. Este es un muy buen ejemplo, ¿sale?*

Ana: *En, yo vi en un programa, con mi abuelito, que había animales que, como que investigaban a sus presas antes, para saber más o menos los momentos para atacarlas. Por ejemplo, cuando un león, o así algo, se quiere comer una liebre xxxx Hay casos en las que la manada defiende a la liebre para que no se la coman xxxx como que investigan y esperan, tiran los xxxx.*

Jacobo: *[...] Y eso también son estrategias de [caza].*

Del extracto presentado se pueden destacar dos puntos relevantes, el primero es el uso de las experiencias de los alumnos como elemento concreto para comprender la depredación y caracterizarla; por ejemplo, Ana menciona que ella vio en la TV que entre los depredadores “había animales que, como que investigaban a sus presas antes, para saber más o menos los momentos para atacarlas”. El profesor retoma la idea de Ana para hacer énfasis en que los depredadores tienen estrategias de defensa. De acuerdo con Gagliardi (1986), los alumnos emplean sus experiencias personales para darle significado a lo que están aprendiendo y construir nuevos conceptos. Al recurrir a las experiencias de los alumnos, Jacobo sitúa en el centro de la ERE al alumnado, ya que lo invita a identificar en algún momento de su vida cotidiana donde haya visto la interacción depredador-presa, dando relevancia así a las vivencias del estudiante.

El otro punto que resalta es la empatía e interés que muestra Jacobo ante las anécdotas y experiencias que el alumno le compartió del tema. Por ejemplo, durante la intervención de Ana y Nallely, Jacobo emplea un lenguaje informal para responderles (“Bien padre”, “Y se las comen completos y se ve horrible”, “Pues de tonto, entre varios”) e

inclusive se identificó en los videos que matiza su tono voz. Para Ginsberg (2007, citado en García, 2009), el contacto visual y la manera entusiasta y cálida de hablar del docente aumenta la percepción psicológica de proximidad con el alumnado y se asocia positivamente con el aprendizaje cognitivo, aprendizaje afectivo y la motivación. Es probable que Jacobo haya hecho estos cambios de lenguaje y voz para incorporar, positivamente, las experiencias personales de los niños.

En otro ejemplo, Jacobo recurre a las experiencias cotidianas de los alumnos para aclarar que los depredadores poseen distintas estrategias de caza:

[C6_J_12:03]

Jacobo: *Pero, ¿la definición correcta de un depredador es el que persigue a sus presas [...] Porque si las persigue, entonces nada más aplica el concepto para lo que tiene patas y corre. [...] A ver, les voy a soltar un ejemplo para ya meternos en el tema [...] Por cámara, por favor, dedito arriba el que haya visto “Buscando a Nemo”. Bien, ¿dónde vivía Nemo?*

Alumnos: *En el mar.*

Esther: *Él nació como en una cueva, ¿un coral?, [...]*

Ángel: *En una anémona.*

Jacobo: *[...] En una anémona. ¿Sí ubican estas que son rojas, así, con los tentáculos? En una anémona. Una anémona es un animal, de hecho, es muy similar a una medusa, pero volteada y pegada. Tiene el cuerpo abajo y las patas hacia arriba. Una anémona es un animal. Bien, ya que ubicaste las anémonas, las anémonas están pegadas en cierto lugar, no se pueden mover. Entonces, ¿eso los deja de clasificar como presas o como depredadores, porque no pueden estar corriendo ni nadando en el mar?*

Antonio: *No, él atrae a su presa de otra forma.*

En este ejemplo, Jacobo retomó una película infantil vista por varios de sus alumnos, para ayudarlos a reconocer un ejemplo concreto de un depredador que tiene una estrategia de caza distinta a la persecución. En esta acción realizada por el profesor, se favorece la comprensión de una característica de los depredadores relacionada con las estrategias de caza, y se logra que el alumno supere una posible dificultad conceptual en torno a los depredadores que es la idea recurrente de que la estrategia de caza de todo predador es la persecución.

La práctica de Jacobo durante la ERE dejó ver una enseñanza centrada en el alumno, para ello, recurrió a los conocimientos previos, inferencias y experiencias para guiarlos en la comprensión del contenido. En palabras de Gargallo-López et al. (2017), la enseñanza centrada en el estudiante confiere al profesor el rol de mediador entre el contenido y el alumno. En la enseñanza remota de Jacobo se pudo ver que el docente usa su CDC para lograr esa mediación entre el contenido y el alumno, articulando las estrategias de enseñanza y su conocimiento sobre el estudiante.

4.2.3. ¿Qué aspectos del currículo se presentan en la práctica del profesor durante la ERE para enseñar las interacciones ecológicas (depredador-presa)?

4.2.3.1. Aprendizaje esperado

Para el profesor Jacobo, de acuerdo con lo mencionado en la entrevista, la enseñanza de las interacciones, o cualquier contenido vinculado con los ecosistemas, no es un *asunto complicado*, si se le compara con otros temas y si se trabaja con situaciones conocidas por los estudiantes. Lo anterior se da cuando se le preguntó cómo trabajó los contenidos curriculares en la pandemia:

[Ent1_J_28:02]

Mi enseñanza va en función de que se logre y hay unos mucho más complejos por la naturaleza misma del Aprendizaje [esperado] y por la situación que nos rodea [pandemia] [...]. Yo intencionalmente [...] mandé un Aprendizaje que considero mega complicado de verlo a distancia, lo mandé para el final con la esperanza de que para mayo [de 2021] ojalá y volviéramos. Y es el de sexualidad, por ejemplo. [...] Todos los [temas] que tengan que ver con ecosistemas son poco [complicados] [...]. Conceptos complejos, yo creo que [...] es sexualidad y otro que me costó trabajo y sé que no quedó como del todo bien logrado y ya les tocará en prepa ver es evolución. O sea, no es lo mismo enseñar las partes de la célula a distancia que enseñar a tener una sexualidad responsable. Entonces, imagina lo que implica ello a distancia con unos chicos que prenden cámara, otros no. No sé si se están riendo, tomando a broma, tomando en serio. Si uno lo veo preocupado o algo, no lo puedo monitorear igual a distancia que en presencial.

En este fragmento, Jacobo expresa haber organizado los contenidos conforme la complejidad del Aprendizaje esperado dado por la SEP (2017), con la intención de regresar

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

a la modalidad presencial. Lo anterior refleja que, en las decisiones curriculares del profesor, influyeron las características del contenido. De acuerdo con Aguilar et al. (2014), el profesor debe poseer un dominio del contenido en términos de significados, propiedades y fundamentos. Para Jacobo los temas de evolución y sexualidad poseen niveles de profundidad, de dichos términos, mayores en comparación con las interacciones ecológicas. Dentro del mismo fragmento, Jacobo señala que su margen de acción durante la ERE también influyó en la organización de los contenidos ya que, dada la naturaleza e importancia del tema de la sexualidad, para él se hace indispensable conocer la reacción del alumno, sin embargo, se ve limitado por el uso de la cámara de los alumnos.

Es de resaltar la importancia que Jacobo otorga a los procesos cognitivos que involucran los Aprendizajes esperados (SEP, 2017), él menciona lo siguiente en la entrevista:

[Ent1_J_40:36]

Describir no es lo mismo que identificar, inferir, analizar. Ya te dije, por qué el de sexualidad [se enseñó al final] y aparte, si yo te leyera ese Aprendizaje esperado, te quieres morir como maestro porque es argumentar, ¡que complicado en un niño!

El Aprendizaje esperado de las interacciones ecológica hace referencia a promover la *inferencia* en los alumnos. La SEP (2017) propone al profesor favorecer el desarrollo de procesos cognitivos como *inferir*. Esto es relevante para Jacobo, ya que usa las inferencias de los alumnos para la construcción de conocimiento, además, menciona la complejidad de trabajar la argumentación con ellos. Esto implica un CDC centrado en diseñar estrategias de enseñanza que, además de ser adecuadas para los alumnos y el contenido, contemplen las orientaciones didácticas de Plan y programas de estudio (SEP, 2017).

4.2.4. ¿De qué manera el conocimiento que tiene el profesor sobre las interacciones ecológicas (depredador-presa) y la NdC orientan su didáctica en la ERE?

4.2.4.1. Explicación de conceptos

Según lo estipulado en el currículo (SEP, 2017) y la planeación de Jacobo, la enseñanza de las interacciones ecológicas dada en las clases observadas contempla dos relaciones antagónicas que fueron: la competencia –dos especies afectadas por la lucha de recursos– y la depredación –individuo de una especie se beneficia al consumir a uno de otra especie (Del Val y Boege, 2013).

y depredación, inclusive la herbivoría que es un tipo de depredación donde las presas son las *plantas* (Del Val y Boege, 2013) aparece con frecuencia en el discurso de maestro.

Para ejemplificar el concepto de depredador, el maestro se basa en la idea de animales que *comen* a otros animales “¿el *cacomixtle* no come animales? [...] También podría ser un depredador, ¿cierto?” (C6_J_04:48), de esta forma se hace referencia a las cadenas y redes tróficas para enseñar el concepto de depredación. Se recurre a los hongos de la Sierra Fría (*Amanita muscaria*) para que los alumnos distingan a aquellos que son descomponedores de los depredadores. De forma general, se podría decir que el centro de la explicación de Jacobo radica en el concepto de depredador-depredación, a través de este, se abordan conceptos como presa y herbivoría, entre otros.

Para ayudar a que los alumnos construyan conocimiento sobre los depredadores y presas, el maestro Jacobo proporciona definiciones de los conceptos, ya sea de manera oral o escrita (presentación en *PowerPoint*), y ayuda a los alumnos a identificar características de los depredadores y presas. En lo que respecta a las definiciones, Jacobo da el siguiente significado al depredador:

[C6_J_32:05]

Nallely: [Lee diapositiva de *PowerPoint*] ¿Qué cuenta como depredación? Un depredador es un organismo que consume todo o parte de un cuerpo de otro organismo, vivo o muerto recientemente, que es su presa.

La definición precedente que el maestro proporciona a los alumnos es extraída de *Khan Academy*¹⁷, que es un sitio web educativo para estudiantes, maestros y padres de familia de libre acceso. Aguilar et al. (2014) consideran que dentro del conocimiento disciplinar del profesor existe un tipo de conocimiento que al que nombraron *registros de representación*, y se refiere al dominio del profesor sobre las distintas formas de representar el contenido en términos gráficos, verbales, numéricos, etc. En el caso del profesor Jacobo, este registro de representación, propio de su conocimiento del contenido y la biología, se observa en la selección de la definición obtenida de la página web ya que este significado pudo haber sido aquel que mejor representara las propiedades que definen al objeto de estudio (depredador).

¹⁷ Consultar definición de depredador en Khan Academy en el siguiente enlace: <https://es.khanacademy.org/science/biology/ecology/community-ecosystem-ecology/a/predationherbivory#:~:text=La%20depredaci%C3%B3n%20es%20una%20interacci%C3%B3n,de%20las%20presas%20y%20viceversa.>

Con el propósito de construir una comprensión integral del concepto de depredador, además de la definición, Jacobo y alumnos interactúan para trabajar con algunas características de los depredadores. La siguiente tabla resume las características que se abordaron en clase sobre ello:

Tabla 4.4.

Características de depredadores abordados en la clase de Jacobo

Característica del depredador	Ejemplo
Tipos de depredado.	<p>[C6_J_24:32]</p> <p>Jacobo: <i>Pero la depredación también puede tomar formas más sutiles, ¿qué es sutiles? Sutiles es todas aquellas que son como menos dramáticas, más ligeras. Por ejemplo, que un mosquito chupe un poquito de tu sangre puede considerarse una forma de depredación.</i></p> <p>[C6_J_25:24]</p> <p>Jacobo: <i>La herbivoría puede considerarse depredación, ya que, en ella, un animal, por ejemplo, una vaca o una oruga, consume parte de una planta.</i></p> <p>[C6_J_33:41]</p> <p>Jacobo: <i>Antonio. Exactamente, exactamente. El buitre, por ejemplo, es un carroñero que precisamente se alimenta de animales recientemente muertos. ¿Sí? Voy, ahorita, a retomar el ejemplo de Antonio, este, porque quiero explicar una adaptación ahí, bien padre. ¿Alguien sabe porque los buitres tienen toda su cabeza pelona, sin plumas? [...] Para no mancharse de sangre cuando meten la cabeza dentro de los organismos muertos. Imagínate si tuvieran plumas, cuando saliera la cabeza toda chorreada sangre por todos lados. En cambio, si no tienen plumas, es más fácil que se puedan limpiar.</i></p>
Efecto en su presa.	<p>[C6_J_23:46]</p> <p>Jacobo: <i>En la depredación el depredador se come todo o parte del cuerpo de su presa con un efecto positivo en el depredador y negativo en la presa; obviamente, el depredador gana porque está teniendo alimento y el depredador pierde porque se está muriendo.</i></p>
Estrategias de caza.	<p>[C6_J_21:50]</p> <p>Ana: <i>Yo vi en un programa, con mi abuelito, que había animales que, como que investigaban a sus presas antes, para saber más o menos los momentos para atacarla.</i></p> <p>[C6_J_22:28]</p> <p>Jacobo: <i>este conjunto de animales, para cazar bien interesantes, bien interesantes. ¿Tú crees que un búfalo lo caza un solo león?</i></p>

Característica del depredador	Ejemplo
	<p><i>Pues de tonto, entre varios. Y eso también son estrategias de [caza].</i></p> <p>[C6_J_14:30]</p> <p>Jacobo: <i>Bien, ya que ubicaste las anémonas, las anémonas están pegadas en cierto lugar, no se pueden mover. Entonces, ¿eso los deja de clasificar como presas o como depredadores, porque no pueden estar corriendo ni nadando en el mar?</i></p> <p>Ana: <i>No, él atrae a su presa de otra forma.</i></p> <p>Jacobo: <i>Ah, y entonces las mata con sus tentáculos, ¿cierto?</i></p>
Adaptaciones.	<p>[C6_J_26:10]</p> <p>Jacobo: <i>Precisamente es el tema: depredadores y presas, y cómo esas características son efecto de la selección natural. ¿Tú crees que el león tiene esas garras nomás por nomás? ¿Dientes filosos nomás por nomás? ¿Tú crees que el conejo tiene, está dientón nomás por nomás? ¡No! Para poderse comer sus zanahorias y tanto pasto pues necesita unos dientes firmes en forma de cincel, por ejemplo.</i></p>

Fuente. Elaboración personal.

En concordancia con la Figura 4.4, las características retomadas en las sesiones de Jacobo son los tipos de depredadores, el efecto que tiene el depredador en su presa, las estrategias de caza y las adaptaciones. Sobre los tipos de depredadores, el profesor clasifica a los depredadores tomando como referencia la definición que previamente les proporciona a los estudiantes (un organismo que consume todo o parte de un cuerpo de otro organismo, vivo o muerto recientemente, que es su presa), de tal forma que los animales carroñeros como los buitres, herbívoros y parásitos son tipos de depredador.

Además, Jacobo señala que el depredador tiene un efecto negativo en su presa al consumirlo; en palabras de Squeo et al. (2006), esto es un ejemplo de interacción ecológica negativa ya que, como menciona Jacobo, el depredador obtiene los recursos necesarios para sobrevivir a partir de la presa. Dentro de la característica de estrategias de caza, la alumna hace referencia a una estrategia denominada *acecho* en la cual el depredador se esconde y vigila a su presa para poder cazarla mientras que el docente menciona la caza en manada.

En cuanto a las adaptaciones como característica de los depredadores, el maestro refiere que estas son resultado de la selección natural y hace referencia a las garras de los leones y dientes del conejo. Aunque Jacobo no lo menciona explícitamente, se está haciendo referencia directa a las adaptaciones morfológicas que implican la modificación en la estructura externa de un organismo (del Val y Boege, 2013). Sobre el concepto de

presa, en el aula se discute su definición y una característica principal, la cual se refiere a que las presas también poseen estrategias de defensa:

Tabla 4.5.

Significado y características de presa abordados en la clase de Jacobo

Característica del depredador	Ejemplo
Significado.	<p data-bbox="521 564 699 596">[C6_J_32:05]</p> <p data-bbox="521 632 1406 814">Nallely: <i>[Lee diapositiva de PowerPoint] ¿Qué cuenta como depredación? Un depredador es un organismo que consume todo o parte de un cuerpo de otro organismo, vivo o muerto recientemente, que es su presa.</i></p> <p data-bbox="521 850 699 882">[C6_J_35:47]</p> <p data-bbox="521 917 1317 995">María: <i>La presa de un depredador puede ser un animal, pero también puede ser una planta o un hongo.</i></p>
Estrategia de defensa.	<p data-bbox="521 1035 699 1066">[C6_J_21:55]</p> <p data-bbox="521 1102 1414 1234">Ana: <i>Por ejemplo, cuando un león, o así algo, se quiere comer una liebre xxxx hay casos en las que la manada defiende a la liebre para que no se la coman xxxx como que investigan y esperan, tiran los xxxx.</i></p>

Fuente. Elaboración personal.

Como se puede ver en la tabla precedente, el significado de presa está implícito en el de depredador; de acuerdo con esto, la presa es aquel organismo (planta, animal, hongo) que es consumido, ya sea en su totalidad o solo una parte por un predador. Sobre la estrategia de defensa, la alumna se refiere a la defensa comunitaria al mencionar que algunas especies, como la liebre, pueden trabajar en conjunto para reducir los riesgos de la depredación. Llama la atención que Jacobo no retoma la participación de la alumna para dar otro ejemplo de alguna estrategia de las presas, sino que el profesor contribuye para explicar que algunos los depredadores también cazan en manada (“¿Tú crees que un búfalo lo caza un solo león? Pues de tonto, entre varios. Y eso también son estrategias de depredación”, C6_J22:28). Lo anterior confirma que el foco de la primera sesión se centra en que los alumnos comprendan a profundidad el concepto de depredador, mientras que

las cuestiones referentes a la presa (como su significado) son inferidas de la información sobre depredación.

4.2.4.2. Explicación de leyes y modelos

En lo que respecta a la enseñanza de la dinámica de las poblaciones de depredadores y presas y su impacto en el equilibrio ecológico, el profesor muestra su conocimiento al recurrir al modelo depredador-presa, también llamado Lotka-Volterra. En seguida se presentan los resultados al respecto. En palabras de Asencio (2017), el modelo de interacción Lotka-Volterra se ha utilizado para comprender:

[Las] dinámicas de sistemas biológicos en el que dos especies interactúan, una como presa y otra como depredador. El modelo presenta un comportamiento oscilatorio [donde] la población de la especie presa [...] y la población depredadora [...], presentan un comportamiento periódico, el cual no es paralelo, sino que hay un retraso constante de la especie depredadora con respecto a la presa. Este retraso está justificado porque los efectos de la variación de la población de presas en la población depredadora empiezan a notarse tras un cierto periodo de tiempo. (p. 5)

La cita anterior refleja un modelo teórico avanzado para el nivel escolar en el que están los alumnos. Sin embargo, Jacobo recurre a sus registros de representación para encontrar vocabulario y recursos didácticos que simplifiquen la explicación del modelo sin caer en imprecisiones conceptuales:

[C7_J_06:43]

Jacobo: *Las poblaciones de depredadores y presas no son constantes con el tiempo, en el tiempo, en muchos meses, años, décadas. Podemos ver aquí que varían con el paso del tiempo y varían... depredador y presa. No podemos tener que la presa se mantenga constante y los depredadores haya más y haya menos o al revés. No podemos tener una población constante de depredadores y que las presas suben y bajan. Generalmente hay una relación y esta relación se manifiesta en ciclos. Esto es, con un patrón de regularidad en el que vemos que una afecta a la otra. Eso es lo más importante de esto. Como la población de un depredador afecta la presa y la población de una presa afecta a un depredador [...] Esto es muy importante, que podamos visualizar que como cambia una, cambia la otra. O, ¿tú crees que podríamos tener muy poquitas presas y muchos depredadores?*

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

A través del extracto presentado, se hace evidente cómo Jacobo simplifica el lenguaje del modelo Lotka-Volterra para bajarlo ajustarlo al nivel de los alumnos. Por ejemplo, Asencio (2017) asevera que este modelo propone que las poblaciones de presas y depredadores presentan un comportamiento oscilatorio que no es paralelo en el tiempo, mientras que Jacobo indica a los alumnos que las poblaciones de depredadores y presas varían a lo largo del tiempo. Para apoyar la explicación del modelo, el maestro también utiliza la gráfica de líneas (ver Figura 4.4) y el caso de la liebre y el lince para ir construyendo comprensión sobre la relación depredador-presa y su influencia en el equilibrio ecológico.

Lo anterior es otra evidencia del conocimiento disciplinar del profesor en torno a los registros de representación del contenido mencionados por Aguilar et al. (2014). Jacobo utiliza el caso de la liebre y el lince, la gráfica de líneas y la simplificación del vocabulario para *bajar* la explicación al nivel del alumno. Pero, de acuerdo con Marques y Gomes (2020), se necesita también del CDC para lograr que estos registros de representación se adecúen al perfil del estudiante (edad, grado escolar) y de este modo trasladar el modelo teórico al contexto de aprendizaje del alumno, de tal forma que fuera comprensible para ellos.

Además del modelo Lotka-Volterra, Jacobo hace referencia a la Ley del diezmo ecológico, vista en sesiones de clases anteriores:

[C7_J_15:13]

Jacobo: *Pero, ¿por qué, ecológicamente hablando crees que haya muchas más presas? [...] ¿Te acuerdas que mencionábamos que cuando avanzábamos en los niveles tróficos se perdía energía? No toda la energía pasaba al siguiente nivel. ¿Te acuerdas cuando veíamos el ejemplo de la cantidad de águila y la cantidad de pastos, por ejemplo?*

El fragmento anterior muestra que el maestro apela a los conocimientos previos del alumno sobre el diezmo ecológico para crear una asociación entre el aprovechamiento de energía de un nivel trófico a otro y la cantidad de presas en relación con los depredadores. Según esta ley, se calcula que un 10% de la energía pasa al siguiente eslabón trófico (Martínez-León et al., 2019), de aquí que las presas sean más abundantes en relación con los depredadores. Entonces, para comprender el modelo Lotka-Volterra, fue necesario que los alumnos comprendieran primero el diezmo ecológico. A raíz de su conocimiento de la estructura de la biología, Jacobo pudo mostrar una conexión entre el diezmo ecológico y el

modelo Lotka-Volterra y así intentar que los alumnos comprendan nociones básicas de un modelo teórico avanzado.

4.2.4.3. Dimensión histórica y generación de conocimiento

Una de las etapas donde aparece la NdC en la enseñanza remota de Jacobo es en la 5, cuando profesor y alumnos abordaron la dinámica de las poblaciones de depredadores y presas y su papel en el equilibrio de los ecosistemas. La NdC se presenta a través del caso real de la liebre americana y el lince canadiense. El caso presentado por Jacobo, surge a partir de los datos compartidos por la *Hudson Bay Company*, una compañía canadiense dedicada al comercio de pieles desde el siglo XVII hasta el siglo XIX (Rengifo et al., 2019).

El caso se presenta de la siguiente manera en la clase de Jacobo:

[C7_J_06:18]

El ejemplo más citado de dinámicas entre depredador y presa son los ciclos del lince un depredador y su presa la, liebre. Sorprendentemente, este ciclo puede verse en la información obtenida hace casi 200 años a partir del número de pieles conseguidas por los cazadores en los bosques de Norteamérica.

[C7_J_13:34]

Aquí tenemos la imagen del lince y tenemos la imagen de la liebre. Fíjate, por favor, fíjate por favor en la gráfica que la voy a explicar. Nos da la dinámica del depredador y de la presa. Esto en el eje de las Y nos dice los miles de animales que fueron contados con base en las pieles que se encontraron, en pieles. Fíjate como aquí el tiempo... Este registro es fabuloso porque se tienen registros de esta área donde se llevó a cabo este estudio desde 1845, 1865, 1885. Y así, cada 20 años.

En los extractos presentados, se puede observar que, al recurrir al caso de la liebre y el lince para explicar la dinámica de las poblaciones depredadoras y presas, el profesor aborda dos cuestiones de la NdC que fueron la dimensión histórica de la biología y la generación del conocimiento biológico. Sobre la dimensión histórica, el profesor menciona a los alumnos que el caso de la liebre y la lince que están abordando en el aula es resultado de la “*información obtenida hace casi 200 años*”, dejando ver que el conocimiento biológico sobre la dinámica de las poblaciones de depredadores y presas no surge de manera espontánea, sino del esfuerzo de un grupo de individuos a lo largo del tiempo.

En el caso de la producción de conocimiento biológico, el profesor deja ver que grupos de personas como los cazadores, que no necesariamente se dedican a la ciencia, pueden formar parte de la producción del conocimiento. Además, esta construcción de conocimiento se realiza en una época y contexto particular (“*hace casi 200 años [...] en los bosques de Norteamérica*”). En el mismo fragmento, Jacobo deja ver que la construcción de conocimiento es posible a partir de procesos sistemáticos mediante el registro de pieles de “*los miles de animales que fueron contados*”. En otro ejemplo sobre la NdC, Jacobo habla de los alumnos sobre el papel de los ecólogos:

[C7_J_24:45]

Los ecólogos, o sea la gente que estudia los ecosistemas, los científicos que estudian la ecología y los ecosistemas, ya no piensan que los ciclos de ambas poblaciones están controlados nada más por la depredación. ¿Qué otras cosas pueden afectar en este ejemplo? La disponibilidad de plantas para las liebres [...] El estrés de la depredación, poca disponibilidad de alimento u otros factores, dependiendo de cuánta población haya de uno o de otro pueden reducir la fecundidad de las liebres hembra.

En el extracto anterior, Jacobo intenta mostrar a los niños que el conocimiento científico se reformula a través del tiempo e incorpora nuevos elementos. En el ejemplo del maestro se menciona que, además de la depredación, se ha encontrado que los ciclos de las poblaciones de depredadores y presas dependen de la disponibilidad de recursos para las presas y el estrés por la depredación. De esta forma, el conocimiento científico se presenta como complejo, inacabado y abierto, por lo que puede cambiar.

Cuando se le pregunta en la entrevista al maestro por qué decidió incluir la dimensión histórica de la biología, el docente responde lo siguiente:

[Ent1_J 45:27]

Yo creo que parte de lo que te toca enseñar desde que empiezan hasta en secundaria los niños, es cómo se da la conformación histórica de cada uno de los fenómenos actuales de la ciencia ¿no? No [tendríamos] el conocimiento que tenemos ahorita de biología, es amplísimo y siempre tienes que referenciar cómo se hacía antes, poniendo recursos, poniendo videos [...] Entonces ese desarrollo [histórico] que a la vez está lleno, está permeado por actitudes y valores como el de creatividad, como la curiosidad científica tiene que venir permeado. De hecho, la curiosidad científica es uno de los valores fundamentales en ciencia que tenemos que enseñar o ejemplificar por lo menos

[...]. Entonces, tratar de ver cómo esas personas que hicieron cosas que resultan luego sorprendentes a los niños, cómo están implicadas ahí actitudes hacia la ciencia y poderlas desarrollar.

En la viñeta precedente destacan dos aspectos relevantes, el primero se relaciona con el uso de la historia de la biología como recurso de enseñanza de la biología y, segundo, la NdC como un medio para beneficiar las actitudes y valores relacionados a la ciencia. Al respecto de la historia, Jacobo reconoce que la biología no se puede enseñar de manera aislada, ya que existe un contexto histórico que explica al alumnado cómo se fue generando el conocimiento hasta llegar a la actualidad. Además, el maestro considera que el uso de la dimensión histórica de la biología también fomenta la creatividad y la curiosidad científica, para él actitudes y valores de la ciencia fundamentales dentro de la enseñanza de la biología.

Finalmente, Jacobo hace referencia a que las contribuciones históricas de diferentes actores en la ciencia *sorprenden* a los alumnos. En congruencia, Acevedo-Díaz et al. (2017), aseveran que la historia de la ciencia es una estrategia que logra despertar la participación del estudiante y que refleja la relación estrecha entre ciencia y sociedad.

4.2.4.4. Finalidad de la biología

Se detectaron dos finalidades de Jacobo al enseñar las interacciones depredador-presa y su influencia en el equilibrio de los ecosistemas. La primera es la construcción de conocimiento a través de las prácticas del profesor para promover las participaciones del alumno, y que fueran ellos quienes caracterizaran a los depredadores y presas. Esto se logró a través de las intervenciones para compartir experiencias personales, usar sus conocimientos previos para inferir aspectos concretos del contenido, entre otras acciones. Con esto, Jacobo propicia que el alumno construya una imagen global del concepto que abarcara tanto la definición de concepto como sus atributos.

La segunda finalidad es el aprendizaje de definiciones por parte del alumno. Ejemplo de ello toma lugar en la sesión 1, donde después de discutir con los niños sobre las adaptaciones de los depredadores, estrategias de caza y defensa, por qué los hongos descomponedores no son predadores, etc., Jacobo remarca a los alumnos el papel protagónico de las definiciones de herbivoría y depredación en su aprendizaje:

[C6_J_31:03]

Jacobo: *Entonces aquí debe de quedar muy claro la definición de depredación y [...] herbivoría. Esos dos conceptos deben de quedar súper bien aprendidos, con esto.*

[C7_J_31:53]

Jacobo: *Dime, ¿cuáles son las cuatro cosas que debe incluir forzosamente tu cuadro sinóptico?, dime., ¿cuáles son?*

Elsa: *Definición de depredación, definición de presa, definición de herbivoría, dinámica de las poblaciones de operadores y presas.*

[C7_J_29:27]

Jacobo: *Verifica que, por favor, tu cuadro sinóptico tenga: definición de depredación, definición de presa, definición de herbivoría y la dinámica de las poblaciones de depredadores y presas.*

Díaz Barriga y Hernández (2010) hablan sobre la memorización comprensiva como parte importante del aprendizaje significativo de los contenidos educativos. Por tanto, es probable que este énfasis de Jacobo para que las definiciones queden *súper bien aprendidas* fue un intento para incidir en el aprendizaje significativo, el cual se acompañó de anécdotas del alumno, casos de estudio y gráficas para comprender un concepto desde su definición y características.

4.3. Características del CDC de Jacobo para enseñar las interacciones ecológicas (depredador-presa)

Para dar respuesta a la pregunta general y con ello dar cuenta del objetivo de investigación sobre la caracterización del CDC del profesor durante la ERE, Aguilar et al. (2014) sugieren caracterizar a partir de elementos integrados en el conocimiento didáctico del profesor. Estos elementos a los hacen que referencia Aguilar et al. se registraron en la Tabla 4.1 como categorías de análisis (concreto-abstracto, organizadores gráficos, inferencias de los alumnos, etc.). Tales categorías del conocimiento indican que el CDC del maestro Jacobo se caracteriza por el uso de estrategias de enseñanza, la consideración de características del aprendizaje de los estudiantes y las consideraciones curriculares. Por su parte, el conocimiento de la biología de Jacobo se caracteriza por el dominio del contenido y la consideración de la NdC en su enseñanza de las interacciones ecológicas (depredador-presa). Dentro del BTKS, Marques et al. (2021a) mencionan que cada una de estas

categorías del conocimiento son el resultado de una reflexión y construcción a partir del raciocinio del maestro sobre la biología y la enseñanza de esta.

De acuerdo con los mismos autores, los conocimientos del profesor y sus categorías no se presentan de manera aislada, sino que están conectados e interactúan de distintas maneras durante la sesión de clases. Se revisaron las etapas de la secuencia didáctica de Jacobo para comprender cómo se movilizaron estos conocimientos y elementos en clase. Para ello, se presenta la Figura 4.11 donde se muestra la movilización y conexión de los conocimientos del profesor por etapa, y la Tabla 4.6 que contiene los códigos para comprender esta figura.

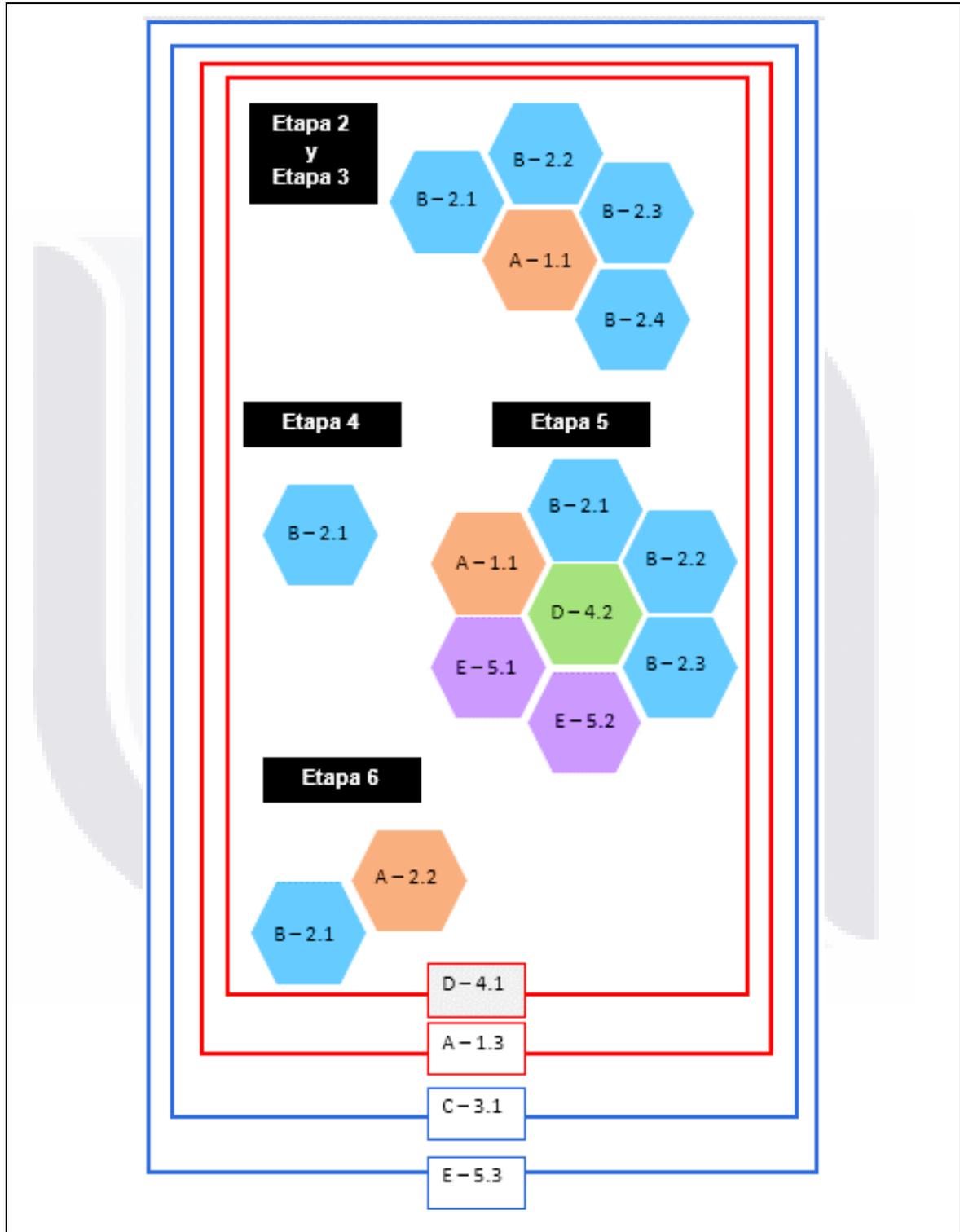
Tabla 4.6

Códigos para los componentes del conocimiento especializado

Conocimiento del profesor	Código	Categoría del conocimiento	Código
Uso de estrategias de enseñanza.	A	– Concreto-abstracto.	1.1
		– Organizadores gráficos.	1.2
		– Gestión de la clase remota.	1.3
Consideración de las características del aprendizaje de los estudiantes.	B	– Conocimientos previos.	2.1
		– Inferencias de los alumnos.	2.2
		– Dificultades de los alumnos.	2.3
		– Experiencias de los alumnos.	2.4
Consideraciones curriculares.	C	– Aprendizaje esperado.	3.1
Dominio del contenido de las interacciones depredador-presa.	D	– Explicación de conceptos.	4.1
		– Explicación de leyes y modelos.	4.2
Consideración de la NdC.	E	– Dimensión histórica	5.1
		– Generación del conocimiento biológico.	5.2
		– Finalidad de la biología	5.3

Fuente. Elaboración personal.

Figura 4.10.
 Conexiones y movilizaciones del CDC de Jacobo



Fuente. Elaboración personal.

La Figura 4.10 muestra la interacción de los conocimientos del profesor y sus categorías durante las etapas 2 (Introducción al contenido), 3 (Presentación de los conceptos depredador, herbivoría y presa), 4 (Recuperación y revisión de conocimientos previos), 5 (Presentación del equilibrio de los ecosistemas) y 6 (Síntesis de la información). Las etapas 1 (Bienvenida a la clase) y 7 (Cierre de la clase) no están representadas en la figura ya que el propósito de ambas fue la administración de la clase remota, Jacobo no implementó una estrategia didáctica específica para enseñar las interacciones depredador-presa.

Como se aprecia en la Figura 4.10, cada hexágono representa una categoría del conocimiento de Jacobo para enseñar las interacciones depredador-presa. Estas categorías/hexágonos están agrupados según las etapas de la secuencia didáctica de Jacobo, y muestra las categorías de conocimiento que se observaron en cada etapa. Todas las categorías de conocimiento alusivas al uso de estrategias de enseñanza están representadas por hexágonos naranjas, la consideración de las características del aprendizaje de los estudiantes en azul, el dominio del contenido de las interacciones depredador-presa en verde, y la consideración de la NdC en morado.

Los hexágonos están enmarcados en 2 cuadrados rojos, el primero –de adentro hacia afuera– está relacionado con la explicación de conceptos (D - 4.1) y el segundo con la gestión de la clase remota (A - 1.3). Esto significa que el maestro realizó diversas acciones basadas en sus categorías de conocimiento para explicar conceptos y gestionar la clase; por ejemplo, en lo que se refiere a explicación de conceptos, en las etapas 2 y 3 el profesor empleó imágenes de seres vivos de la Sierra Fría para que los estudiantes identificaran algunas características de los depredadores y comprender la definición de presa, esta acción didáctica se apoyó del conocimiento del profesor para llevar a los alumnos de lo concreto a lo abstracto. En estas mismas etapas, el profesor pidió a los alumnos encender cámaras, participar a través del micrófono, dedicó tiempo a resolver dudas y pidió tomar notas. Estas acciones son propias de la gestión del aula.

Además de los cuadros rojos, los hexágonos están enmarcados con 2 cuadrados azules que representan el Aprendizaje esperado (C - 3.1); y, el cuarto con la finalidad de la biología (E- 5.3). Estas categorías de conocimiento representan una orientación y guía para las decisiones y acciones del profesor; por ejemplo, la SEP (2017) sugiere al docente fomentar las inferencias en los alumnos al impartir el tema de las interacciones depredador-

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

presa. La Figura 4.10 deja ver la presencia de las inferencias de los alumnos en las etapas 2, 3 y 5.

De acuerdo con la Figura, las categorías de conocimiento de Jacobo alusivas a lo concreto y lo abstracto, los conocimientos previos, las inferencias de los alumnos y sus experiencias interactúan para introducir y presentar los conceptos de depredador, presa y herbivoría, en el centro está la categoría de lo concreto y lo abstracto ya que detona la interacción entre estas categorías. Por su parte, en la etapa 4, aparece únicamente la categoría de conocimiento referente a los saberes previos del alumno, esta categoría no está aislada pues se encuentra enmarcada por el Aprendizaje esperado, la finalidad de la biología, la explicación de conceptos y la gestión de la clase remota para revisar la comprensión de los alumnos sobre los conceptos de depredador, presa, herbivoría y dinámica de las poblaciones.

La etapa 5 muestra una mayor interacción de categorías de conocimientos: explicación de leyes y modelos, concreto abstracto, conocimientos previos, inferencias de los alumnos, dificultades de los alumnos, dimensión histórica y generación del conocimiento biológico. Estas categorías interactuaron para presentar formalmente a los alumnos la dinámica de las poblaciones de depredadores y presas y su rol en el equilibrio ecológico, en el centro se encuentra la explicación de leyes y fenómenos pues esta categoría denota la interacción de las anteriores. Finalmente, en la etapa 6, se observa la integración de las categorías de conocimientos previos y organizadores gráficos para sintetizar y organizar los conceptos e información sobre depredación, presa, herbivoría y dinámica de las poblaciones.

Marques et al. (2021a) aseveran que existe un conocimiento el cual tiene un mayor peso y repercusión en la práctica docente. En el caso de Jacobo, este conocimiento es la consideración de características del aprendizaje en los estudiantes. Esto quiere decir que el profesor contempló al menos un aspecto del alumno en su práctica. Para concluir, la Figura 4.11 revela que el conocimiento de Jacobo para enseñar las interacciones depredador-presa durante la ERE representa una integración de varias categorías de conocimiento que interactuaron entre sí, y deja ver que el conocimiento del maestro es dinámico y complejo. Dinámico en términos de que va cambiando según los objetivos didácticos y las consideraciones del aprendizaje. Es complejo ya que muestra una red de conocimientos ligados entre sí, no se presentan de manera aislada pues se conectan o se ven influenciados por otros conocimientos.

En un esfuerzo por profundizar en las características del CDC observado durante la ERE, se encontró que está caracterizado por el contexto y la práctica del profesor. El CDC de Jacobo se considera contextualizado pues el docente trabajó en un entorno educativo específico que es la ERE y en el contexto social extraordinario derivado por la COVID-19, ambos contextos lo llevaron a ajustar sus prácticas y conocimiento didáctico, así como nuevos conocimientos que puede ser usado en el contexto remoto, por ejemplo, el monitoreo a través de la cámara y micrófono.

En lo que se refiere a la práctica, Aguilar et al. (2014) describen al CDC como “un conocimiento para la práctica [que] se nutre de la misma” (p. 48), de aquí que sea un conocimiento práctico. Durante la entrevista, Jacobo reveló información sobre su conocimiento práctico en la enseñanza a distancia:

[Ent1_J_04:20]

Pues la experiencia ha sido muy retadora, muy retadora en el sentido de que... precisamente por no tener experiencia [...]. Pues han sido cambios de cosas, o sea, se han hecho cambios, que si fichas [se refiere a los productos que los alumnos deben hacer en clase], que si más cortas, más largas, más profundas, menos profundas, que se entregan ahí, que se enseñan por la cámara, que se entregan por correo, que se entregan en Classroom, o sea, todo ha sido un cambiar y adaptarte rapidito ante las necesidades.

En el fragmento presentado, el maestro habla de los constantes ajustes que debió hacer a los productos que solicitó a los alumnos y los métodos de entrega para adaptarse a las necesidades derivadas de la ERE. Para Rappoport et al. (2020), la ERE implica para el profesor un proceso de *ensayo y error* para lograr adaptar su enseñanza a las necesidades de los alumnos y el momento. En el caso de Jacobo, él llevó a cabo una evaluación constante de sus fichas para ajustarlas a la ERE, esta experiencia podría estar dando paso a conocimientos prácticos necesarios para la enseñanza a distancia.

Fonseca (2018a) añade que, además de la práctica en el aula, el conocimiento del profesor también se nutre de aquellas experiencias que el docente pudiera tener otros en campos profesionales, por ejemplo, en la investigación científica o el sector industrial. Esto se refleja en Jacobo cuando menciona lo siguiente en la entrevista:

[Ent2_J_16:40]

[...] hice mi servicio social en la Sierra Fría, entonces, conozco perfectamente qué plantas y animales y qué hongos hay en ese ecosistema. [...] Y, además, aparte de eso, muchas salidas de campo en botánica o en zoología o en micología fueron a la Sierra Fría. Conozco bastante bien la biodiversidad de las 500 especies. [...] Hice una estancia en México [CDMX], una estancia en Veracruz con dos científicos muy, muy importantes en el Verano de la Ciencia de la Academia Mexicana de Ciencias [...] con el doctor Cifuentes y en el segundo con el Dr. Guzmán, [...] uno de los máximos micólogos que tuvo, que tuvo México [...] y con él estuve tres meses y fueron súper intensos, de conocimiento y de aprendizaje.

En el fragmento de la entrevista, Jacobo hace referencia a experiencias profesionales importantes para él, como su servicio social, salidas de campo a la Sierra Fría y su trabajo de investigación con dos científicos, uno de ellos micólogo. Aunque no hay suficiente información para comprender cómo estas experiencias han aportado a su CDC en la enseñanza de las interacciones ecológica, ya que no es el foco de la investigación, se podría deducir que estas inferencias han influenciado en cierto grado su conocimiento, al considerar que el contenido trabajado en las clases observadas se impartió bajo el contexto de la Sierra Fría, en donde Jacobo incluyó diversos seres vivos, entre ellos los hongos.

A manera de resumen, el CDC de Jacobo para enseñar las interacciones ecológicas puede ser caracterizado de dos formas, la primera es desde sus categorías y la segunda desde su génesis. Desde sus categorías, el CDC de Jacobo se caracterizó por su uso de estrategias de enseñanza, la consideración de las características del aprendizaje, las consideraciones curriculares, el dominio de las interacciones depredador-presa y la consideración de la NdC. Estas características dan paso a un CDC integrado, complejo y dinámico, influenciado por el contexto y su práctica como docente y biólogo.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo tiene como propósito discutir los datos y hallazgos obtenidos a partir de la entrevista que se le hizo al maestro, así como sus clases sincrónicas sobre las interacciones depredador-presa y su influencia en el equilibrio de los ecosistemas. El capítulo está desglosado en dos apartados principales, el primero sobre el conocimiento didáctico del Jacobo para enseñar el contenido, y el segundo sobre su conocimiento de la NdC.

5.1. Jacobo y su conocimiento didáctico para impartir las interacciones depredador-presa y su relación con el equilibrio ecológico

5.1.1. Sobre el uso del CDC en el aula remota

En palabras de Jaramillo y Puga (2017), la educación actual demanda al docente “[dejar] de enseñar y [hacer] que [los] estudiantes trabajen” (p. 32). Los mismos añaden que esto implica el desarrollo holístico de procesos cognitivos en el aula a través del pensamiento abstracto y el pensamiento concreto. Durante la clase de Jacobo, la estrategia de lo concreto y lo abstracto buscó favorecer el desarrollo de inferencias por parte del alumnado, además, a través de esta estrategia, el maestro procuró una comprensión holística del tema, pues el estudiante trabajó tanto con definiciones, leyes y modelos como ejemplos, casos, recursos visuales, anécdotas personales, etc. Al respecto del pensamiento concreto, Wu (2015) asevera que lo concreto es la base del pensamiento lógico-abstracto y proviene de la existencia del alumno, de lo que explora, vive, siente y ve. En la clase de Jacobo se identificaron varios momentos en donde el maestro apeló al pensamiento concreto de los alumnos para ejemplificar y caracterizar el contenido y de esta forma hacerlo comprensible. También, al recurrir a lo concreto se buscó que el alumno viviera, experimentara y explorara las interacciones ecológicas a partir de los seres vivos de la Sierra Fría.

Estas acciones de Jacobo mostraron que el maestro se basó en las experiencias personales, conocimientos previos de los alumnos y representaciones visuales para recurrir a su pensamiento concreto. Con esto, Jacobo guio a los alumnos para que caracterizaran a los depredadores, por ejemplo, al hacer mención de que los depredadores poseen estrategias de caza a través de la película buscando a Nemo; así mismo, Jacobo buscó que los alumnos crearan una imagen mental de algunos depredadores que hay en la naturaleza como el caso de las anémonas que habitan en el agua y los gatos monteses que

habitan en tierra, en concreto en la Sierra Fría. Investigadores como Bruner (s.f., citado en Lee y Tan, 2014) argumentan que los estudiantes, sin importar la edad, son capaces de aprender algún contenido apropiadamente al incluirse elementos que vengan de lo concreto, de aquí la importancia de representar los conceptos alusivos a la interacción depredador-presa y equilibrio ecológico a través de anécdotas personales, casos, ejemplos, hechos, observaciones e imágenes.

Wu (2015) agrega que el pensamiento concreto ayuda a los alumnos a describir aquello que aún no conocen teóricamente o no saben cómo se llama, pero que saben que existe. En este caso, los alumnos ya sabían que había animales que se comían a otros animales y que la extinción o sobrepoblación de una especie estaba asociada al desequilibrio ecológico; sin embargo, fue en clases donde se vio el concepto de depredación y el modelo Lotka-Volterra. Por su parte, Clements (1999) asevera que es necesario que el maestro reflexione sobre las representaciones concretas que el alumno posee del objeto de estudio para ayudarlo a desarrollar posteriormente comprensiones abstractas del mismo. En el caso de las clases de Jacobo, estas reflexiones sobre las ideas concretas de los alumnos se pueden encontrar cuando trabaja con las inferencias que ellos hacen, por ejemplo: Jacobo: *“¿Qué crees que le podría pasar entonces a la población de pastos? [...]”* Víctor: *“¿La extinguiría?”* Jacobo: *Exacto [...] fijate cómo todos los factores de un ecosistema: productores, consumidores [...] tiene un impacto global sobre el balance del ecosistema”* (C7_J_08:59).

Las inferencias que los alumnos elaboran parten de sus conocimientos previos y experiencias personales sobre el contenido, cabe señalar que estas inferencias son retomadas por el profesor Jacobo y redirigidas para enseñar alguna cuestión del contenido. Esta acción didáctica de retomar las inferencias se convirtió en una constante de la práctica de Jacobo observada durante la ERE e ilustra el CDC y conocimiento de la biología del profesor. Como parte de su CDC, los maestros de biología desarrollan comprensiones sobre el modo pensar del alumno hacia el contenido (Carrillo et al., 2014), por ejemplo, qué tipo de inferencias son más comunes al enseñar el equilibrio ecológico. Esto no implica que el maestro conozca todas las inferencias que los estudiantes formularán a lo largo de la clase, el dominio que el maestro tiene del contenido le permite reflexionar en las inferencias, esperadas o inesperadas, de los alumnos y así identificar a qué aspecto del contenido se refiere y cómo ligarlo con otros conceptos e ideas. Por otra parte, su conocimiento didáctico le permite a Jacobo plantear las preguntas adecuadas para que alumno elabore sus

inferencias, las relacione con el contenido y logren construir comprensiones alrededor de él.

En lo que se refiere al pensamiento abstracto, Jaramillo y Puga (2017) lo definen como un reflejo cercano y generalizado de la realidad, Castañeda et al. (2007) añaden que el abstraer implica:

[...] separar por medio de una operación intelectual las cualidades de un objeto para considerarlos aisladamente o para considerar el mismo objeto en su pura esencia o noción. Abstraer es captar con el entendimiento el significado o esencia de las cosas. Este hecho es indispensable para que el alumno aprenda a aprender. (p. 66)

Por ejemplo, en las clases observadas, Jacobo y los alumnos compartieron ejemplos de adaptaciones de depredadores (etapa 3) para caracterizar al depredador, sin embargo, luego de esto, el docente definió al depredador. Las adaptaciones no formaron parte de esta definición por ser una cualidad del objeto, no obstante, al abordar las adaptaciones se presenta al depredador de manera integral, con sus cualidades y esencia. Jacobo procuró una comprensión integral (concreta-abstracta) de la relación depredador-presa en el equilibrio de los ecosistemas.

Jaramillo y Puga (2017) añaden que es indispensable que el maestro fomente el pensamiento lógico-abstracto en las actividades de enseñanza en el aula, pues este es el medio de construcción de comprensión teórica. En este sentido, Jacobo a través de sus explicaciones orales y diapositivas en *PowerPoint* fue el encargado de administrar las definiciones en el aula (lo abstracto) dejando al alumno participar en lo concreto. Para Jaramillo y Puga (2017), el que los alumnos expresen en lo abstracto permite conocer cómo su cerebro procesa, asume e imagina las nuevas ideas con respecto al contenido. Entonces, al ser Jacobo quien externa los significados, se pierde una oportunidad de conocer el pensamiento abstracto de los alumnos con respecto al contenido. De acuerdo con el BTKS de Luís y Carrillo (2020), para construir un CDC sólido, se hace necesario que el maestro conozca la naturaleza del conocimiento de los alumnos; por tanto, acercarse a los procesos abstractos del alumno abonaría en comprender cómo están representando y razonando el contenido, así como las posibles respuestas a sus dificultades (Carrillo et al., 2015). Esto es un área de oportunidad para el maestro Jacobo.

Como se sabe, la alfabetización biológica es un propósito relevante dentro de la enseñanza de la asignatura, no obstante, a lo largo del tiempo se han publicado diversos

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

estudios que retratan las dificultades de la articulación de la alfabetización científica en la enseñanza del profesor de ciencias desde educación primaria hasta la media superior (Balastegui et al., 2020; Gil y Vilches, 2001; Rodríguez, 2020; Solaz-Portolés y Marín, 2016), esto dentro del aula presencial. De acuerdo con Pedrinaci (2011), el plantear estrategias de enseñanza que favorezcan el desarrollo del pensamiento abstracto y el concreto tienen un impacto positivo en los niveles de alfabetización científica del alumno. El profesor Jacobo mostró interés, durante la ERE, en favorecer el pensamiento concreto del alumno alentando inferencias, usando representaciones visuales, casos, anécdotas, ejemplos y datos para facilitar la comprensión abstracta sobre los conceptos y los modelos asociados a las interacciones depredador-presa y su relación con el equilibrio ecológico. En este sentido, la estrategia de ir de lo concreto a lo abstracto estaría contribuyendo en algún grado a la alfabetización científica y biológica de sus estudiantes de primer año de secundaria.

Otra estrategia a la que recurrió Jacobo es el uso de organizadores gráficos, esto se observó no solo en las clases sobre las interacciones depredador-presa sino también a las referentes a las competencias ecológicas. Por ejemplo, para finalizar la enseñanza de la depredación y el equilibrio de los ecosistemas, Jacobo eligió la realización de un cuadro sinóptico para las competencias un mapa semántico y un cuadro comparativo a manera de resumen de ambos contenidos. De acuerdo con Rodríguez y Peña (2020), los organizadores gráficos son herramientas visuales que permiten que el alumnado relacione conceptos e ideas del contenido tal cual ocurre en el cerebro humano, pues dependiendo del nivel de comprensión del tema la asociación de ideas puede ir de lo simple a lo complejo.

Este nivel de comprensión del tema pudo registrarse en los cuadros sinópticos elaborados por los alumnos de Jacobo, en los ejemplos que aparecen en este estudio donde una estudiante identificó (Elsa) a la presa como *“un animal y también puede ser un hongo o una planta.[.] Una presa puede ser cazada o atrapada de alguna manera [u] otra”*. El otro estudiante (Carlos) se refirió a la presa como un *“animal cazado, robado o atrapado”*. En ambos casos, los alumnos hicieron alusión a que la presa es cazada, no obstante, la primera alumna (Elsa) va más allá, ella mencionó ejemplos de presas –animal, planta u hongo– y el hecho de que el depredador utiliza alguna estrategia para cazarlo mostrando así mayor información del contenido.

Como lo proponen Rodríguez y Peña (2020), el uso de organizadores gráficos es una

tesis tesis tesis tesis tesis

estrategia que le permitió a Jacobo conocer las ideas relacionadas con los conceptos, cómo las relacionó, así como su nivel de comprensión. Sánchez et al. (2020) añaden que los organizadores gráficos brindan a los alumnos la oportunidad de organizar, secuenciar y estructurar su conocimiento promoviendo el desarrollo de habilidades intelectuales.

La enseñanza remota exigió el planteamiento de actividades que los alumnos pudieran realizar desde su hogar para no exponerlos al contagio, y que sean beneficios para el aprendizaje. En este sentido, los organizadores gráficos son herramientas de aprendizaje que benefician la comprensión de los alumnos en torno a los contenidos pues tienen más de una ventaja (Coronel, 2020). Entre ellas, se pueden listar la clarificación del pensamiento, el reforzamiento de la comprensión, la integración de nuevo conocimiento, la retención y recordación de nueva información, identificación de conceptos erróneos, evaluación y desarrollo de habilidades del pensamiento (García, 2013).

Según lo observado en la clase de Jacobo, la elaboración del mapa conceptual logró reflejar la mayoría de las ventajas enunciadas por García (2013), por ejemplo, sobre la clarificación del pensamiento, los estudiantes se esforzaron para organizar y agrupar las ideas y significados relacionados con depredador, presa, herbivoría y dinámica de los ecosistemas logrando develar qué han aprendido del contenido. En lo que respecta al reforzamiento de la comprensión, el mapa conceptual se elaboró a partir de las notas que los alumnos tomaron de las explicaciones y materiales del profesor; en este sentido, para hacer el mapa ellos retomaron y estructuraron sus propias notas. Esta acción permite al alumno apropiarse de sus ideas y significados respecto al contenido reforzando así su comprensión.

Para García (2013), la integración de conocimientos se da cuando el maestro solicita a los alumnos actualizar sus organizadores a lo largo de las sesiones, esto no se observó en la clase del maestro Jacobo, por tanto, no hay información para indicar si esta ventaja se dio. Sin embargo, el mapa conceptual sí abonó para que los alumnos retuvieran y recordaran la nueva información. Uno de los propósitos detectados en clase fue que los alumnos *aprendieran bien* conceptos como lo indicó Jacobo: *“Esos dos conceptos deben de quedar súper bien aprendidos”*. Lavilla (2011) considera que la memoria es la capacidad que la mente tiene para retener, evocar, reconocer y reproducir las representaciones de experiencias pasadas. Por lo anterior, el mapa conceptual coadyuvó con el profesor para alcanzar su propósito de que los alumnos *aprendieran bien* los conceptos de la clase, es

decir, fijar los nuevos conocimientos en su mente. Por todo lo anterior, se podría decir que los organizadores gráficos fueron una estrategia adecuada en las clases de Jacobo para enseñar interacciones ecológicas (depredador-presa) de manera remota.

Una característica de la ERE de Jacobo es la ausencia de interacción física entre profesor y alumnos, la cual lo limitó para recabar información sobre las posibles dudas o dificultades conceptuales del estudiantado. Antes de la pandemia, los docentes obtenían información del estudiante en el monitoreo –pasando de fila en fila, llamando al escritorio– e incluso a través de mensajes verbales y no verbales –lenguaje corporal, silencios, inflexiones de voz– (Albaldejo, 2008), preguntando directamente, etcétera. Durante la ERE, lo anterior se vio limitado a la disponibilidad de tecnología, el conocimiento del profesor sobre ella y la disposición de los alumnos para usarla, de tal forma que fue un reto para Jacobo identificar en el momento los obstáculos conceptuales de sus alumnos.

En este sentido, el empleo del mapa conceptual demostró las dificultades conceptuales en los alumnos y asociaciones inexactas con respecto al contenido tal como sucedió con el estudiante que concluyó que en la herbivoría “*se alimentan de plantas y proteínas animales*”. En este sentido, los organizadores gráficos también podrían funcionar como instrumentos de evaluación formativa ya que permiten acercarse a la comprensión del alumno además de ser variados (mapas conceptuales, cuadros comparativos), que pueden ajustarse a las distintas necesidades del contenido.

Otra razón que Jacobo tuvo para abordar los organizadores gráficos en el aula, podría estar relacionada directamente con su estilo de enseñanza. Cuando se le preguntó al respecto, él respondió lo siguiente: “*De procesos mentales [...] muy cognitivo en mi enseñanza. O sea, enseñar a los niños a pensar, a ordenar, a seriar, a clasificar, a jerarquizar las cosas a través del pensamiento, a través de los procesos mentales*”. Los organizadores gráficos son representaciones que permiten plasmar visualmente información que fue previamente seleccionada, relacionada, organizada, jerarquizada, sintetizada, etc., todo ello hace referencia a los procesos mentales de los que habla Jacobo en la entrevista. Según Ventura (2016), el estilo de enseñanza de los docentes se encuentra ligado estrechamente a la toma de decisiones en el aula, el diseño didáctico previo a la clase, las reflexiones y revisiones que hace sobre su enseñanza, así como su forma de actuar y pensar ante su contexto de enseñanza. Lo precedente lleva a plantear la idea de que el CDC también moldea el estilo de enseñanza del docente y viceversa.

Al respecto, Park y Oliver (2008) afirman que el CDC se desarrolla a través de la reflexión didáctica que lleva a cabo todo maestro durante la práctica y sobre la práctica, esto en un contexto de enseñanza particular. Esta introspección que hace el maestro proviene de un acto del pensamiento que le lleva a tomar decisiones sobre su práctica, lo guía hacia las actividades y representaciones que, de acuerdo con su conocimiento, tengan sentido para él en una situación de instrucción determinada, de aquí que el CDC influya en el estilo de enseñanza. Por otro lado, el estilo de enseñanza de cada profesor tiene un impacto en el CDC, pues si existe una inclinación hacia ciertas prácticas de enseñanza, es lógico que se genera una mayor cantidad de información sobre cómo dichas prácticas funcionan bajo ciertos contextos, qué impacto tienen en el alumnado, cómo adaptarlas a las necesidades del alumno y contenido, etc. Por tanto, se puede decir que el estilo de enseñanza ayuda a que el docente construya conocimiento didáctico. Lo anterior se puede ver reflejado en Jacobo. Su estilo cognitivo, como él lo califica, lo podría estar llevando a utilizar organizadores gráficos como una estrategia didáctica durante el contexto de la ERE, esta decisión de enseñanza traerá consigo nuevos conocimientos sobre el empleo de organizadores gráficos de manera remota.

Para cerrar con esta sección, la última estrategia que se discutirá es la relacionada con la gestión de la clase remota. Zahra et al. (2020) aseveran que la gestión del aula en línea (*online classroom management*) se refiere a aquellas acciones del profesor encaminadas a facilitar el aprendizaje académico, el aprendizaje socioemocional y mantener el control de la clase que se lleva a cabo en línea, de manera sincrónica. Las clases remotas de Jacobo dejaron ver su esfuerzo para llevar a cabo la gestión de la clase; por ejemplo, para facilitar el aprendizaje académico el maestro modela las tareas a través de la función *Compartir pantalla* de *Google Meet*, monitorea el proceso de las actividades a través de las cámaras y establece reglas para la participación, todo ello mediante los recursos tecnológicos. Sobre las cuestiones socioemocionales, el maestro solía comenzar la sesión preguntando a los alumnos por su salud física y emocional, además de entablar una conversación informal. Esto ayuda, en cierta medida, a establecer un ambiente de confianza y cordialidad entre el maestro y los estudiantes que aún no se habían conocido personalmente mientras se les observó.

Por otra parte, Rufai (2015) hace referencia a gestión del aula virtual, en donde además de administrar plataformas para dar clases de manera sincrónica, también se considera la gestión de plataformas usadas de forma asincrónica para concentrar los materiales de

enseñanza y aprendizaje e interactuar con los estudiantes. Luego haber tenido acceso a *Classroom* del grupo de Jacobo, se encontró que el maestro usaba esta plataforma básicamente para tres fines: dar acceso a los materiales de enseñanza, recibir los trabajos de los alumnos y la evaluación (calificación) y retroalimentación de los mismos. Por tal motivo, la gestión del aula remota de Jacobo durante la ERE no se limitó a lo que sucedía en la sesión, esta se extendió al trabajo que hizo en *Classroom*.

En la enseñanza a distancia, el manejo del aula crea, mantiene y configura las condiciones imprescindibles para la instrucción (Morales, 2013). La gestión del aula remota de Jacobo jugó un papel relevante para la enseñanza de las interacciones ecológica en un contexto insólito, ya que su gestión le permitió, por ejemplo, administrar la participación de los alumnos para que estos tuvieran la oportunidad de expresar sus experiencias, conocimientos previos e inferencias del contenido y con ello, desarrollar el contenido.

5.1.2. Sobre el CDC y los alumnos de Jacobo

Según Gutiérrez (2011), para que sucedan cambios en la estructura cognitiva y ocurra el aprendizaje es necesario partir de los conocimientos y experiencias previas de los estudiantes. Durante las clases de Jacobo, se observó que el maestro incluyó en su proceso de enseñanza remota los conocimientos previos y experiencias del alumno con respecto al temas de las interacciones depredador-presa y el equilibrio ecológico. En lo que respecta a los conocimientos previos, se observó que el maestro los utilizó como un hilo conductor entre las cadenas tróficas y el contenido de interés, facilitando así la construcción de nuevos significados. Sobre las experiencias del alumno, se identificó que jugaron un papel protagónico para caracterizar el contenido, quizás aún más importante, que el alumno relacione momentos de su vida cotidiana, con el contenido. Lo anterior para Ojeda-Barceló y Perales-Palacios (2011), es de suma importancia ya que no solo se incide significativamente en el aprendizaje, también se potencian los aspectos socioafectivos de alumno relacionados con el contenido despertando así su interés de aprenderlo.

El uso de las inferencias de los alumnos jugó una pieza clave en la enseñanza del maestro Jacobo. Sanmartí (2002) afirma que el uso de las inferencias conlleva a la formulación de estructuras cada vez más complejas en el alumno. En el caso de Jacobo, el maestro orientó las inferencias de los alumnos para ayudarlos formar estructuras concretas sobre los conceptos principales. Esta estructura concreta se volvió compleja en la clase de

Jacobo ir *bordando* las inferencias que los alumnos hacían con lo abstracto para llevarlos de manera natural a la comprensión del concepto.

De acuerdo con Sanmartí (2002), la capacidad de inferencia del alumno depende del desarrollo de su pensamiento lógico siendo una actividad cognitiva de orden superior. Jacobo propició que los alumnos recurrieran a sus propias observaciones, experiencias y conocimientos para acercarse a las interacciones depredador-presa coadyuvando así en este desarrollo de su pensamiento lógico. No solo los alumnos participaron en una actividad cognitiva de orden superior, también el maestro lo hizo al trabajar con las inferencias de los alumnos, ya que estableció relaciones entre las inferencias de los alumnos, los orientó mediante preguntas y explicaciones hacia el contenido y los ayudó cuando presentaron dificultades al elaborar sus inferencias demostrando así su conocimiento sobre el tema de la depredación y equilibrio ecológico, así como su CDC.

Berliner (2004) destaca que el docente desarrolla conocimiento que le ayuda a analizar y comprender las capacidades cognitivas del alumno y su contexto personal, y relacionarlo con las dificultades que presentan al aprender un contenido. Los alumnos de Jacobo presentaron obstáculos para comprender a los hongos como organismos distintos a las plantas. En la entrevista, Jacobo ahondó sobre las dificultades conceptuales, por ejemplo, explicó por qué considera que los hongos son un tema problemático para los alumnos. En palabras del docente, esto ocurre por cuestiones relacionadas a la vida cotidiana (*“Tan sencillo como si tú vas a [...] a un super, [encuentras] por ejemplo, frutas y vegetales y ahí están los hongos”*) y al desconocimiento del tipo de alimentación de los hongos (*“La gran distinción entre animales y hongos es la manera de alimentación”*). Para Miras (1993), la causa de las dificultades del alumno radica en la predisposición aprender el contenido de cierta forma debido a factores de tipo interpersonal, esto congruente con lo que dice quien refiere la influencia de su entorno limita la conceptualización de los hongos como seres vivos distintos a las plantas.

Para Yang (2014), el conocimiento que el profesor posee sobre sus estudiantes representa uno de los aspectos más desarrollados de la práctica de docentes considerados expertos. En el análisis realizado al CDC y la práctica de Jacobo, se encontró que el profesor consideró al menos un aspecto del alumno en cada etapa de su clase, por ejemplo, los conocimientos previos que poseen, las vivencias que tienen sobre el contenido, qué dificultades experimentan cuando lo están aprendiendo, y cuáles son las mejores actividades y representaciones.

5.1.3. Sobre el CDC y el currículo

En cuanto al currículo, los resultados mostraron que el maestro Jacobo basó sus sesiones de clases en tres aspectos concretos: Aprendizaje esperado, contenido o tema y la inferencia como proceso cognitivo de alta complejidad. Para abordar este aprendizaje, la SEP (2017) plantea al profesor una serie de orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación, sin embargo, se observó en Jacobo cierto grado de autonomía curricular pues él planteó sus propias estrategias didácticas y evaluación para llevar a cabo su ERE. En sentido, Hong y Youngs (2014) sostienen que la dependencia hacia el currículo tiene efectos adversos en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que los profesores carecen de estrategias didácticas y evaluativas propias, no consideran las necesidades particulares de sus estudiantes y tampoco logran adaptar las exigencias curriculares a los cambios sociales. Además, estos autores enfatizan que la autonomía curricular empodera a los docentes y los hace flexibles a cambios que benefician a los alumnos. Este *empoderamiento* fue identificado en Jacobo a través de las clases, donde se le vio emplear su CDC para tomar decisiones con respecto al currículo como elegir los materiales adecuados para impartir clases a distancia, prescindir del libro de texto, evaluar a través de mapas conceptuales y organizar su propia secuencia didáctica para enseñar la depredación y el equilibrio poblacional de los ecosistemas durante la ERE.

Otro aspecto en donde se observó la autonomía curricular de Jacobo fue la organización de los temas y Aprendizajes esperados. Tabios (2021) asevera que la enseñanza remota debe considerar como prioridad la flexibilidad curricular en términos de contenido, objetivos, tiempos y evaluaciones dado que las condiciones de enseñanza son inciertas. Esta flexibilidad en los contenidos curriculares y objetivos fue relatada por Jacobo quien aseguró en la entrevista que abordó al inicio del ciclo escolar los contenidos y Aprendizajes esperados que consideró sencillos, y con la intención de volver a aula física y abordar los temas complejos. Esta decisión muestra el conocimiento de Jacobo sobre el nivel de abstracción y complejización del contenido biológico, así como de las condiciones contextuales y de aprendizaje del estudiante.

Por último, la ERE mostró el conocimiento didáctico y del contenido que posee el profesor con respecto al currículo ya que, en cierta forma, los profesores como Jacobo se vieron obligados a flexibilizar sus prácticas curriculares para adaptarlas a la realidad y circunstancias personales, tecnológicas y de salud de los alumnos durante el confinamiento social. Las decisiones del maestro Jacobo, en torno al currículo en pandemia, muestran un

esfuerzo del docente por coadyuvar en la comprensión del mundo natural, en especial de las interacciones depredador-presa y el equilibrio ecológico, durante “la era COVID [que] no ha sido óptima” (Sánchez, 2021, p. 3) para la enseñanza.

5.2. Jacobo y su conocimiento de la biología: la NdC y las relaciones depredador- presa y el equilibrio ecológico

Como ya se advirtió en el capítulo de resultados, esta tesis tiene el propósito de ahondar en el CDC de Jacobo sobre las relaciones depredador-presa y el equilibrio de los ecosistemas, por ende, se analizó también su conocimiento disciplinar del contenido. En congruencia, se decidió presentar una reflexión sobre los resultados y el conocimiento de la biología, en concreto la NdC y su relación con el CDC.

El maestro de biología enfrentó durante la pandemia un conjunto de desafíos que lo “obligan a repensar las metas de aprendizaje de [los] alumnos [...] en función de sus intereses y necesidades, y de la demanda social presente y orientada al futuro” (Bahamonde, 2014, p. 1). Ante este reto, Manassero et al. (2001) resaltan la importancia de incluir cuestiones referentes a la NdC como la historia, la sociología y la epistemología.

En la clase de Jacobo, se identificó un momento clave (etapa 5, Presentación del equilibrio de los ecosistemas) en donde el profesor recurrió a la NdC –mediante el caso de la liebre y el lince–, con el fin de ejemplificar el modelo Lotka-Volterra que explica la influencia de las poblaciones depredador-presa en el equilibrio ecológico. Aquí Jacobo abordó cuestiones referentes a la historia de la biología y la generación del conocimiento biológico. Al abordar la NdC, el maestro no solo benefició la comprensión del contenido al presentarlo de manera contextualizada, también dejó ver al alumno que la biología es poliédrica y un producto de la humanidad a través del tiempo. Lo anterior abona en la comprensión integral del contenido, ya que no solo se habló de los conceptos más importantes en el plano de lo concreto y lo abstracto, sino que también se compartió una visión histórica y epistemológica del mismo.

La inclusión de la NdC en la práctica del profesor es necesaria y requiere el uso de su conocimiento disciplinar y su CDC (Marques y Gomes, 2020). Ambos conocimientos ayudan al profesor a elegir las representaciones, actividades, materiales y contextos adecuados para enseñar el contenido a través de la NdC. Ahora bien, esta búsqueda y diseño de recursos didácticos provee al profesor de nuevos conocimientos que integra a su

CDC. Es fundamental romper con prácticas tradicionales que no fomenten la NdC, ya que no solo se está privando al alumno de conocer la naturaleza del conocimiento biológico, también se evita que el alumno comprenda la “propia esencia de la naturaleza humana que la construye” (Aguilar, 2014, p. 15).



CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las reflexiones sobre las características del CDC de un profesor de biología identificadas en su empleo durante la pandemia por COVID-19. Se presenta también una reflexión sobre el uso del BTSK como un modelo para acercarse al conocimiento del profesor de biología, así como sugerencias, algunas aportaciones y las limitantes que se dieron durante el desarrollo de la investigación.

6.1. Introducción

Al momento en el que se escribe este capítulo la mayoría de los países siguen luchando contra el virus de la COVID-19 y México no es la excepción, pues acaba de pasar por su quinta ola de contagios por este virus que, aunque ha ido disminuyendo gracias a las vacunas, sigue despertando la preocupación de científicos, gobierno y la población en general. Debido a la disminución de la letalidad del virus, las escuelas han podido abrir sus puertas para reintegrar a maestros y alumnos bajo el marco de la nueva normalidad que ha transitado de la ERE a otras modalidades educativas como la híbrida y presencial. Ante este nuevo contexto educativo, no se pueden dejar de lado los conocimientos, experiencias, frustraciones y logros experimentados por los maestros quienes hicieron un esfuerzo loable para llevar al hogar del alumno la enseñanza. Existen en la literatura diversos modelos de conocimiento del profesor que permiten recabar y comprender este conocimiento y experiencias. Uno de estos modelos es el BTSK elaborado a partir de los estudios de Luís y Carrillo (2020) y que analiza el conocimiento de los profesores de biología, foco de esta investigación.

6.2. Conocimiento didáctico del contenido del profesor Jacobo en la ERE

A partir del BTSK, se reconocieron cinco conocimientos característicos del CDC de Jacobo durante la ERE: uso de estrategias de enseñanza, consideración de las características del estudiante, consideraciones curriculares, dominio del contenido del contenido, y dominio de la NdC. En seguida se presenta una reflexión sobre cada una de las características del CDC del profesor Jacobo.

6.2.1. Uso de estrategias de enseñanza

Esta característica se observó a través del despliegue de tres estrategias de enseñanza específicas que fue ir de lo concreto a lo abstracto, la utilización de los organizadores gráficos y la gestión del aula remota.

Sobre la primera estrategia, se observó que el maestro posee conocimiento para llevar a los alumnos de lo concreto a lo abstracto en el aula remota. Esto lo hizo a través del uso de inferencias de los alumnos, imágenes y gráficas en *PowerPoint*, casos, anécdotas y ejemplos (concreto) para caracterizar el contenido y guiarlos a una comprensión de las definiciones y modelos (abstracto). También se encontró que el profesor conoce el uso de los organizadores gráficos para que los alumnos representen su conocimiento sobre el tema de los depredadores, presas, herbívoros y dinámica de la población. El ir de lo concreto a lo abstracto y usar organizadores gráficos, fueron dos estrategias de enseñanza idóneas para la ERE en Jacobo, ya que se adaptaron a las necesidades de los alumnos y el contexto. Además, su ejecución de manera remota no fue una situación que implicara un reto tecnológico para el maestro y alumnos de modo que no dificultaron el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Luego del análisis de los datos, se identificó el conocimiento de Jacobo sobre la gestión del aula remota. La gestión del aula remota se desarrolló con diferentes propósitos, por ejemplo, administrar la participación del alumno, gestionar la entrega y recepción de tareas y monitorear el desarrollo de las actividades. Un hallazgo en la práctica de Jacobo fue que la gestión del aula remota está limitada por el acceso a la tecnología y la disposición del alumno para emplearla. Durante las sesiones sincrónicas de Jacobo, se observó una baja participación de los alumnos y un rechazo, por parte de algunos estudiantes, para usar el micrófono y la cámara. Una respuesta del maestro fue la inclusión de temas relevantes para despertar la motivación y establecer cierto grado de obligatoriedad del uso de la cámara y micrófono tomándolo en cuenta para la calificación. Otros estudios respecto a la ERE (Alanya-Beltrán et al., 2021; Heimann et al., 2020; Sánchez et al., 2020) reportaron también problemas con la participación del alumnado, por ende, es indispensable el que el maestro desarrolle conocimiento sobre el manejo del aula remota.

6.2.2. Consideración de las características del estudiante

En el caso de Jacobo, el profesor demostró interés por conocer las inferencias de los alumnos sobre el contenido, sus conocimientos previos, experiencias y dificultades. Los conocimientos que construyó en torno a ello fueron determinantes en las estrategias de enseñanza del maestro. Por ejemplo, las experiencias de los alumnos sirvieron para abordar características de los depredadores y las inferencias para comprender al objeto de estudio en el plano concreto y buscar facilitar la comprensión del plano abstracto del mismo.

En la ERE, la exploración del conocimiento del alumno cobra aún una mayor relevancia, ya que el maestro no está presente para observar de primera mano cómo el alumno va construyendo su conocimiento. Por ende, se hace necesario que el maestro tenga conocimientos, no solamente sobre cómo el alumno aprende el contenido, sino cómo aprende el contenido de manera remota.

6.2.3. Consideraciones curriculares

El conocimiento que el maestro posee sobre el currículo oficial (SEP, 2017) es parte del CDC del profesorado de biología puesto que brinda las orientaciones didácticas, disciplinares y evaluativas encaminadas a favorecer el aprendizaje del estudiante. Algunas de las sugerencias que da la SEP (2017) a los maestros de biología están asociadas a las actividades de enseñanza, evaluación, Aprendizaje esperado, tema, enfoque pedagógico, procesos cognitivos, entre otros. En la práctica y entrevista de Jacobo resaltó la importancia que él otorga al Aprendizaje esperado y el proceso cognitivo. Dentro de su autonomía curricular, el maestro decidió reorganizar los contenidos en función de la complejidad de los Aprendizajes esperados y el proceso cognitivo. Para esta labor, el maestro precisó de su CDC para identificar aquellos Aprendizajes esperados y procesos cognitivos que resultaran complejos para el nivel cognitivo de sus alumnos. Además, Jacobo contempló las características de la ERE para esta reorganización de contenidos, donde Aprendizajes esperados que resultaran *sencillos* los impartió inicio del año escolar mientras se vivía el confinamiento; ante la incertidumbre de la pandemia, los Aprendizajes esperados complejos los recorrió al final con la intención de que se volviera al aula presencial.

La ERE deja al descubierto la importancia de que los profesores desarrollen conocimientos didácticos que le permitan adaptar y trabajar una propuesta curricular planteada desde la enseñanza presencial en diversos contextos sociales, tecnológicos y escolares. Esto conlleva también a una reflexión profunda para aquellos involucrados en la creación de currículos escolares. Si algo dejó ver la pandemia es el hecho de que no hay certeza de una realidad social continua e inmutable, la desigualdad social, así como la aceleración de la inclusión de las tecnologías en la educación. Estas consideraciones no deben pasar desapercibidas por quienes toman decisiones con respecto a los planes y programas de estudio ni el formación y actualización docentes. Se debe formar al profesor para *empoderarlo* con respecto al plan de estudios para que sea capaz de sortear los distintos retos educativos a los que se enfrentará.

6.3. Dominio del contenido y la NdC

Un cuestionamiento que se hizo al inicio de esta investigación se relaciona con las formas en las que el conocimiento sobre el contenido y la NdC guiaron la práctica del profesor. Esto para comprender otros aspectos del CDC, a través de su relación con el conocimiento de la biología. Al respecto se observó que el docente Jacobo ayudó a los alumnos a construir conocimiento sobre las características de los depredadores y las presas y promovió la *fijación* de sus definiciones, por ejemplo, del concepto de presa. Por otra parte, Jacobo trabajó la dinámica depredador-presa a través del modelo Lotka-Volterra. Este modelo fue simplificado por Jacobo para adaptarlo al nivel cognitivo del alumno y se representó visualmente a través de gráficas.

En lo que respecta a la NdC, el maestro Jacobo decidió presentar el modelo Lotka-Volterra a través del caso de la liebre americana y el lince canadiense, en este caso se hizo alusión a la dimensión histórica y generación del conocimiento biológico. El traer a la NdC a través de este caso hizo que el contenido fuera interesante para los alumnos, de acuerdo con el profesor. En un contexto como el de la pandemia, la inclusión de la NdC puede ayudar a enganchar a los alumnos con el contenido, además de la ya discutida relevancia que tiene dentro de la alfabetización biológica del estudiantado

6.4. El BTSK como un modelo para comprender el CDC del profesor en pandemia

Cuando comenzó la planeación de este proyecto de investigación, se indagaron propuestas de modelos de conocimiento que podrían guiar la presente investigación. Uno de estos modelos fue el TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), este modelo integra la relación de las TIC en la enseñanza de un contenido. Sin embargo, no había certeza de cómo se llevaría cabo la enseñanza de los docentes y, por otra parte, el TPACK es un modelo de conocimiento del profesor que profundiza sobre las cuestiones tecnológicas y el propósito de este proyecto fue caracterizar el CDC del profesor de biología durante la pandemia.

Luego de una revisión de diversos modelos, se identificó el BSK, un modelo que de acuerdo con Marques et al. (2021a), está en la fase de construcción; sin embargo, proviene de un modelo consolidado, el MTSK (Carrillo et al., 2014). El BSK, es un modelo que ha sido utilizado en el contexto de la enseñanza presencial, para traerlo a la enseñanza remota, fue necesario ir a los datos para establecer nuevas categorías del CDC y modificar o ratificar

las ya existentes en el modelo. A partir de este trabajo de adaptación del modelo para ser utilizado como referente de análisis en la ERE, se consiguió caracterizar el conocimiento didáctico de un profesor de biología (Jacobo) para enseñar las interacciones ecológicas durante el confinamiento social. A raíz del proceso de investigación y reflexión sobre el trabajo realizado entorno a la caracterización del CDC, salen a la luz consideraciones relevantes para comprender esta investigación.

En seguida se presentan los principales logros de esta investigación, las limitantes de la misma, así como sugerencias para el modelo y futuras líneas de investigación.

6.5. Principales logros de la investigación

El modelo del BTKS surgió a partir del trabajo doctoral de Luís, quien asesorada por el Dr. José Carrillo, presentaron este modelo en el año 2020. Dado que el BTKS es reciente, se necesitan investigaciones que validen los conocimientos integrados además de que colaboren en la identificación de otros conocimientos para agregar valor al modelo (Luís, 2021). En este sentido, un logro de esta investigación fue aportar el conocimiento histórico de la biología del profesor y el conocimiento sobre la finalidad de la biología. Estos conocimientos forman parte del dominio de la disciplina del profesor y enriquecen la información que el modelo brinda sobre la NdC (*Big science ideas*, epistemología de la ciencia, cultura y tecnología, Luís et al., 2021a).

Otro logro en esta investigación fue el adaptar un modelo creado para la enseñanza presencial como lo es el BTKS, a la modalidad remota. Al respecto, Carrillo et al. (2022) refiere la importancia de plantearse si modelos como el MTKS y el BTKS son adecuados para la enseñanza en línea o requieren adaptaciones. Este trabajo de investigación deja ver que el BTKS es un modelo que puede usarse en esta modalidad, pero con adecuaciones, por ejemplo, la inclusión de la gestión del aula.

Finalmente, esta investigación sirvió para conceptualizar al CDC del maestro de biología como una red integrada de conocimientos que interactúan de distintas maneras para lograr la transformación del contenido, no solo de las interacciones ecológicas, sino también de la biología en general.

6.6. Limitantes de la investigación

Sin lugar a duda, la mayor limitante que se experimentó al realizar el presente estudio está vinculada a la pandemia y el distanciamiento social. Ambas, afectaron la toma de datos por

lo que se tuvieron que hacer adecuaciones en la marcha para continuar con el estudio. Los principales problemas que se presentaron en la toma de datos fueron el desfase de las entrevistas, poco interés en participar en el estudio, la falta de comunicación con algunos de participantes en el estudio debido al distanciamiento y las dificultades para el envío de evidencias. En cuanto al desfase de las entrevistas, uno de los profesores solicitó en dos ocasiones retrasar la entrevista debido a afectaciones a su salud emocional, por lo que se realizaron los cambios pertinentes de fechas.

Durante la fase de planeación del trabajo de campo, se recurrió a varios docentes para participar en el estudio, sin embargo, más de la mitad de los profesores consultados rechazaron la propuesta argumentando que, debido al cierre de las escuelas, experimentaron una excesiva carga de trabajo por lo que participar en el estudio les supondría más obligaciones. Solo uno de los profesores que rechazó participar en el estudio confesó no sentirse *cómodo* siendo observado.

En lo que se refiere a la falta de comunicación, hubo dos casos de profesores participantes a los que fue difícil contactarlos por momentos. En uno de los casos, el maestro expresó tener una carga excesiva de trabajo por lo que decidió priorizar la atención de sus alumnos, sin embargo, proporcionó las fechas y horarios en los que podría ser contactado nuevamente. En un segundo caso, se perdió contacto con otro profesor debido al fallecimiento de uno de sus familiares a causa de la COVID-19, esto mismo lo retrasó en el envío de evidencias. Se habló con el profesor y acordó que sería él quien retomaría el contacto cuando se sintiese preparado.

Otra limitante fue que, durante la primera entrevista, hubo varias fallas técnicas y de internet que entorpecieron y alargaron su realización. Se decidió no grabar video de las entrevistas, únicamente el audio. Con esto se logró disminuir considerablemente este obstáculo.

Una problemática que se presentó durante la fase de planeación del análisis de la información fue decidir cuántos y cuáles casos se deberían presentar. De los cuatro profesores que participaron en el estudio solo uno, Jacobo, impartió clases de manera remota y entregó evidencias de su trabajo y el de sus alumnos útiles para comprender su CDC por lo que su elegibilidad era clara. Los restantes tres casos utilizaron medios como *WhatsApp, Facebook, Classroom*, correo electrónico y teléfono para llevar los contenidos al hogar del alumno. Al revisar las evidencias proporcionadas por estos profesores se hizo

patente que los productos no permitían comprender los cambios del CDC a raíz de la pandemia, qué factores influyeron en sus decisiones pedagógicas, qué conocimientos de los alumnos incidieron en su CDC, etc.

Una limitante importante que surgió en el camino tiene que ver con los aspectos abordados en la entrevista. Al caracterizar el CDC, se consultó literatura que describa a este conocimiento a partir de su origen. Varios estudios coinciden en que el conocimiento profesional del maestro de biología parte de la experiencia de vida, de la biografía del profesor. Durante la entrevista al docente, no se indagó en sus experiencias personales y cómo eso influyó su práctica por lo que se perdió información valiosa para comprender desde esta perspectiva el CDC para la ERE.

6.7. Sugerencias derivadas de estudiar el CDC a través del BTSK

A partir del trabajo que se realizó con este modelo, se presentan dos sugerencias principales:

- La primera tiene que ver con la NdC, de acuerdo con Luís (2021), coautora del modelo, cada disciplina científica tiene su propia epistemología y ontología, se necesitan modelos específicos para cada ciencia (física, química, biología). En este sentido, se sugiere discutir la pertinencia de incluir la NdB en vez de la NdC. Desde la perspectiva del BTSK, el profesor de biología es un *especialista*, la inclusión de la NdB en el BTSK refrendaría esta postura.
- La segunda sugerencia plantea la idea de considerar la historia de vida del profesor y su contexto como un conocimiento relacionado o integrado al modelo. El BTSK es un modelo que posiciona al docente como un sujeto que construye y posee conocimiento sobre los alumnos, el currículo, la biología, etcétera. Sin embargo, el maestro construye estos conocimientos al interactuar con su realidad la cual no es únicamente la educativa. Fonseca (2018a) hace una propuesta que, además del conocimiento biológico y el CDC, propone el conocimiento de experiencias de vida, la historia de vida personal y el conocimiento del contexto como componentes relacionados al conocimiento profesional docente. Esto serviría para comprender a una mayor profundidad, el pensamiento del docente y lo que hay alrededor de este. Por ejemplo, durante la pandemia, los docentes pudieron haber experimentado una variedad de emociones como el miedo, la ansiedad, frustración, además de las posibles afectaciones a la salud propia y de los suyos. Estas cuestiones

seguramente tuvieron un impacto en su práctica docente y como consecuencia, en su CDC.

6.8. Futuras líneas de investigación

A partir de los resultados y consideraciones presentadas de esta investigación, se plantea el estudio del CDC de los profesores en pandemia desde una perspectiva que retome la historia de vida del profesor y su contexto. Esto ayudaría a entender con una mayor profundidad cómo fue el CDC del docente de biología en esta situación atípica; además, abonaría en la conceptualización del docente como una *persona* con su propia historia, valores, intereses, etc., más allá de un sujeto cognoscente.

En esta investigación se presentan algunas consideraciones del alumno como parte del CDC del profesor, entre ellas los conocimientos previos, las inferencias y sus dificultades con respecto al contenido. Sin embargo, la COVID-19 y el confinamiento tuvieron repercusiones económicas, familiares, emocionales y físicas para los alumnos y estas consideraciones no fueron abordadas en este estudio, por lo que sería importante conocer el papel de estas cuestiones en el CDC, ya que como lo refiere Jacobo en la entrevista *“a veces uno tiene que estar haciéndolo hasta de psicólogo [...] no nada más es llegar a dar la clase”* (Ent2_J_11:06). Aunque esto no se relaciona directamente con el aprendizaje de la biología, sí afecta la enseñanza del profesor.

Se coincide con Carrillo et al. (2022) en impulsar el estudio de modelos como el BTSK para su uso en la enseñanza de la biología en línea. La información que se brinda en el presente estudio puede servir como una primera aproximación hacia la elaboración de un BTSK específico para la enseñanza a distancia. Además, se considera que esta investigación es útil para la consolidación del BTSK, pues se comprobó que el modelo puede ser utilizado como una herramienta para identificar y caracterizar a los conocimientos del profesor en la enseñanza de las interacciones ecológicas, sin embargo, es necesario la realización de estudios en donde se aborden otros contenidos biológicos para enriquecer el modelo.

Para terminar con este capítulo, se puntualiza la necesidad de llevar a cabo investigaciones sobre el CDC del profesor de biología con respecto a las interacciones ecológicas, ya que su enseñanza es importante para la formación académica y ciudadana del alumno.

REFERENCIAS

- Aarts, N., y Drenthen, M. (2020). Socio-Ecological Interactions and Sustainable Development—Introduction to a Special Issue. *Sustainability*, 12(17), 6967-6972.
- Abd-El-Khalick, F. (2012). Examining the source for our understandings about science: enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353–374.
- Abell, S. (2007). Research on science teacher knowledge. En S. Abell y N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1145). Lawrence Erlbaum.
- Abell, S. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.
- Abrahams, I. (2011). *Practical work in secondary science. A minds-on approach*. Continuum International Publishing Group.
- Abrahams, I. (2017). Minds-on practical work for effective science learning. En K. Taber, y B. Akpan (Eds.), *Science Education: An international course companion* (pp. 403–413). Sense Publishers.
- Abreu, J. (2020). Tiempos de Coronavirus: La Educación en Línea como Respuesta a la Crisis. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 15(1), 1-15.
- Acevedo, J. (2009a). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): una perspectiva. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 6(2), 164–169.
- Acevedo, J. (2009b). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 6(1), 21–46.
- Acevedo, J., y García, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3–19.
- Acevedo-Díaz, J., García-Carmona, A., y Aragón-Méndez, M. (2017). *Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia: resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica*. Iberciencia.
- Aguilar, A., Carmona, E., Carrillo, J., Contreras, L., Climent, N., Escudero-Ávila, D., Flores-Medrano, E., Flores, P., Huitrudo, J., Montes, M., Muñoz-Catalán, M., Rojas, N., Sosa,

- L., Vasco, D., y Zarkayan, D. (2014). *Un Marco teórico para el Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas*. Universidad de Huelva Publicaciones.
- Alanya-Beltrán, J., Alza, M., Díaz, M., y Ochoa, F. (2021). Educación durante la pandemia COVID-19. Uso de la tecnología en la nube: Jamboard. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 44(8), 39–48.
- Albaladejo, M. (2008). La comunicación no verbal en el aula. *Revista Padres Y Maestros*, (314), 9–13.
- Andrade, C., y Zambrano, F. (2017). Organizadores gráficos como condensadores del proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de educación general básica. *Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación*, 2(3), 75–82.
- Arias, C., Leal, L., y Organista, M. (2011). La modelación de la variación, un análisis del uso de las gráficas cartesianas en los libros de texto de biología, física y química de secundaria. *Revista de Ciencias*, 15, 93–118.
- Arias, I. (2017). El uso de la biota local, como posibilidad para el aprendizaje de los contenidos de ecología. *Biografía. Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 10, 69–84.
- Arteaga, C. (2017). *El uso de recursos visuales ayuda a que el alumno domine los conceptos del contenido y desarrolle la habilidad de representarlos simbólicamente* [Tesis de doctorado]. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Artola, E., Mayoral, L., y Benarroch, A. (2016). Dificultades de aprendizaje de las representaciones gráficas cartesianas asociadas a biología de poblaciones en estudiantes de educación secundaria. Un estudio semiótico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 36–52.
- Asencio, E. (2017). La educación científica: percepciones y retos actuales. *Educación y Educadores*, 20(2), 282-296.
- Bahamonde, N. (2014). Pensar la educación en biología en los nuevos escenarios sociales: la sinergia entre la modelización, naturaleza de la ciencia, asuntos socio-científicos y multirreferencialidad. *Bio-grafía*, 7(13), 87-98.
- Balastegui, M., Palomar, R., y Solbes, J. (2020). ¿En qué aspectos es más deficiente la alfabetización científica del alumnado de Bachillerato? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(3), 3302-01-3302-15.
- Ball, D., Lubienski, S. y Mewborn, D. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. En V. Richardson (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (pp. 433-456). Macmillan.

- Ball, D., Thames, M., y Phelps, G. (2008). Context knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 399-406.
- Bardin, L. (1996). *El análisis de contenido*. Akal Ediciones.
- Baro, A. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. *Innovación y Experiencias Educativas*, (40), 1-11.
- Bassey, M. (2003). *Case study research in educational settings*. Open University Press.
- Bautista, N. (2011). *Proceso de la investigación cualitativa. Epistemología, metodología y aplicaciones*. Editorial el Manual Moderno, S.A. de C.V.
- Bazdresch, M. (2010). Participación social en la educación y política educativa: una relación en construcción. En B. Barba, y M. Zorrilla (Coords.), *Innovación en Educación Social. Una base para la elaboración de políticas públicas* (pp. 185-206). Siglo Veintiuno Editores.
- Becerra, S. (2013). Proceso de la Investigación Cualitativa. Epistemología, Metodología y Aplicaciones. *Revista Investigaciones en Educación*, 13(2), 195-201.
- Bellini, M. (2007). Epistemologia da biologia: Para se pensar a iniciação ao ensino das ciências biológicas. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 88(218), 30-47.
- Bennássar, A., Vázquez, A., Manassero, M., y García, A. (2010). *Ciencia, Tecnología, y Sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de ciencia y tecnología*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).
- Berliner, D.C. (2004). Describing the behavior and documenting the accomplishments of expert teachers. *Bulletin of Science Technology and Society*, 24(3), 200-212.
- Bernal, I., y Valbuena, E. (2011). Estructura sustantiva y sintáctica del conocimiento biológico. *Bio-grafías, escritos sobre la biología y su enseñanza*, 297-310.
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla S.A.
- Blancas, J. y Rodríguez, P. (2013). Uso de tecnologías en la enseñanza de las ciencias. El caso de una maestra de biología de secundaria. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 9(1), 162-186.
- Bogdan Toma, R. (2020). Comprensión de aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia y valoración de su dimensión social. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 17(2), 2303-2319.
- Bozkurt, A. y Sharma, R. C. (2020). Emergency remote teaching in a time of global crisis due to coronavirus pandemic. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), 1-6.

- British Educational Research Association (BERA). (2018). *Guía ética para la investigación educativa*. BERA.
- Butts, D., y Raun, C. (1967). *A Study in Teacher Attitude Change*. University of Texas.
- Cáceres, P. (2008). Análisis cualitativo de contenido: una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas. Individuo y sociedad*, 2(1), 53-82.
- Cañal, P. (2011). Competencia científica y competencia profesional en la enseñanza de la Biología y la Geología. En P. Cañal (Coord.), *Didáctica de la biología y geología. Formación del profesorado. Educación secundaria. Volumen II* (pp. 29-45). Graó.
- Caqueo, J., Carvajal, J., Miranda, S., y Parra, C. (2015). Conocimiento didáctico del contenido (CDC) de profesores de biología de enseñanza media acerca de la noción científica de ecosistema. Estudio de casos. En *IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Universidad Nacional de La Plata.
- Carneiro, L., Lima, S., Marques, M., Moreira, S., y Soares, T. (2021). Extensão do MTSK no âmbito do TSK group-brasil. En *V Congreso Iberoamericano sobre Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas*. Instituto Federal de Mato Grosso.
- Carreño, A. (2014). Elementos de la Naturaleza de Ciencia y la Tecnología (NdCyT) para Formación Continua de Docentes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Número extraordinario, 142-150.
- Carrillo, J., Climent, N., Contreras, C., y Muñoz-Catalán, M. (2013). Determining Specialized Knowledge for mathematics teaching. En B. Ubuz (ed.), *Proceedings of the Eight Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2985-2994). CERME.
- Carrillo, J., Climent, N., Montes, M., y Muñoz-Catalán, M. (2022). Una trayectoria de investigación sobre el conocimiento del profesor de matemáticas: del grupo SIDM a la Red Iberoamericana MTSK. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática*, 2(2), 1-26.
- Carrillo, J., Escudero, D. y Flores, E. (2014). El uso del MTSK en la formación inicial de profesores de matemáticas de primaria. *Revista de Análisis Matemático-Didáctico para profesores*, 1, 16-26.
- Castañeda, J., Centeno, S., Lomelí, L., Lasso, M., y Nava, M. (2007). *Aprendizaje y desarrollo*. Umbral.

- Castaño, T. (2013). Ciencia, tecnología y tecnociencia. Una propuesta para su enseñanza desde CTS. *Revista vínculos*, 10(2), 471-486.
- Cerdán, L. L. (2011). La memoria en el proceso de enseñanza/aprendizaje. *Pedagogía magna*, (11), 311-319.
- Chamizo, J. (2012). La enseñanza de las ciencias en la escuela: los trabajos prácticos. En F. Flores-Camacho (Coord.), *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México* (pp. 129-140). INEE.
- Chapoo, S., Thathong, K. y Halim, L. (2014). Understanding biology teacher's pedagogical content knowledge for teaching "the nature of organism". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 464-471.
- Cifuentes-Faura, J. (2020). Consecuencias en los Niños del Cierre de Escuelas por Covid-19: El Papel del Gobierno, Profesores y Padres. *Revista Internacional De Educación Para La Justicia Social*, 9(3), 1-12.
- Clements, D. (1999). 'Concrete' manipulatives, concrete ideas. *Contemporary issues in early childhood*, 1(1), 45-60.
- Comisión Económica para América Latina-Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Cepal-Unesco). (2020). *Informe COVID-19 CEPAL-UENSCO. La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (2017). *Regiones Terrestres Prioritarias de México. Sierra Fría*. CONABIO.
- Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación [Mejoredu]. (2020). *Experiencias de las comunidades educativas durante la contingencia sanitaria por Covid-19*. Mejoredu.
- Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE) (2021, noviembre 16). Conferencia magistral de inauguración [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/live/BX8uVLnoGKI?feature=share>
- Consuegra-Fernández, M. (2020). El movimiento antivacunas: un aliado de la covid-19. *Revista Internacional de Pensamiento Político*, 15, 127-138.
- Cooney, T. (1994). Research and teacher education: In search of common ground. *Journal for research in mathematics education*, 25(6), 608-636.
- Cuéllar, Z., Rodríguez, L., y Garritz, A. (2015). Las grandes ideas sobre biodiversidad y la ReCo de un estudiante-profesor: Visita de una profesora de la Universidad Surcolombiana. *Educación química*, 26(1), 2-8.

- Daza, S., y Arrieta, J. (2018). *El conocimiento pedagógico del contenido ecosistémico y la naturaleza de las ciencias en la enseñanza de la biología*.
- De la Cruz, G. (2020). El hogar y la escuela: lógicas en tensión ante la COVID-19. En J. Girón (Ed.), *Educación y pandemia. Una visión académica* (pp. 39-46). IISUE.
- Del Carmen, L. (2006). Las actividades prácticas en contextos multiculturales de la educación infantil y primaria. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (47), 56-64.
- Del Carmen, L. (2011). El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la biología y la geología. En P. Cañal (Coord.), *Didáctica de la biología y la geología. Formación del profesorado. Educación secundaria. Volumen II* (pp. 91-106). Graó.
- Del Val, E., y Boege, K. (2013). *Ecología y evolución de las interacciones bióticas*. Fondo de Cultura Económica.
- Denzin, N., y Lincoln, Y. (2011). *The Sage handbook of qualitative research*. SAGE.
- Di Mauro, M., Furman, M., y Bravo, B. (2015). Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año. *Revista electrónica*.
- Díaz Barriga, F., y Hernández, G. (2010). Capítulo 2. Constructivismo y Aprendizaje significativo. En M. Jara (Ed.), *Estrategias docentes. Para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. Mc Graw Hill.
- Díaz, M. (2021). Equipos directivos de educación primaria. Improvisar la alfabetización digital durante la cuarentena. En J. Girón (Ed.), *Educación y pandemia. Una visión académica* (pp. 145-153). IISUE.
- Dorn, E., Hancock, B., Sarakatsannis, J., y Viruleg, E. (2020). *COVID-19 and learning loss—disparities grow and students need help. The pandemic has set back learning for all students, but especially for students of color. Evidence-based acceleration approaches can help*. McKinsey & Company.
- Dussel, I. (2020). La formación docente y los desafíos de la pandemia. *Educación, Formación e Investigación*, 6(10), 11-25.
- Dussel, I. (2021). Escuela en tiempos alterados. Tecnologías, pedagogías y desigualdades. *Nueva Sociedad*, (293).
- Engzell, P., Frey, A., y Verhagen, M. D. (2021). Learning loss due to school closures during the COVID-19 pandemic. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(17), 1-7.
- Erduran, S., y Dagher, R. F. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education*. Springer.

- Escudero, D. (2015). *Una caracterización del conocimiento didáctico del contenido como parte del conocimiento especializado del profesor de matemáticas de secundaria* [Tesis de doctorado]. Universidad de Huelva.
- Escudero-Ávila, D., y Carrillo, J. (2020). El Conocimiento Didáctico del Contenido: Bases teóricas y metodológicas para su caracterización como parte del conocimiento especializado del profesor de matemáticas. *Educación Matemática*, 32(2), 8-38.
- Fernández, C. (2014). Knowledge base for teaching and pedagogical content knowledge (PCK): Some useful models and implications for teachers' training. *Problems of Education in the 21st Century*, 60, 79-100.
- Fernández, J., Sanzan, G., Molina, C., Briceño, M., y Espinoza, J. (2020). Experiencias y saberes pedagógicos de docentes en el comienzo del oficio educativo: una indagación narrativa. *Revista Brasileira de Educação*, 25, 1-22.
- Fernández, M. (2019). Construcción del conocimiento didáctico del contenido y su transferencia a la práctica: retrato de un profesor universitario. *Revista Lusófona de Educação*, 45, 143-156.
- Fonseca, G. (2011). El Conocimiento Didáctico del Contenido del concepto de biodiversidad en profesores en formación de biología: Un estudio de caso desde el diseño de una unidad didáctica. *Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza*, (1), 401-412.
- Fonseca, G. (2018a). *El conocimiento profesional del profesor de biología sobre biodiversidad. Un estudio de caso en la formación inicial durante la práctica pedagógica en la universidad distrital* [Tesis de doctorado]. Universidad Distrital Francisco José De Caldas.
- Fonseca, G. (2018b). Los ejes DOC: una estrategia conceptual y metodológica en la construcción del conocimiento profesional del profesor. *Revista científica*, (31), 68-84.
- Fonseca, G., y Martínez, C. (2020a). El conocimiento profesional del profesor: una construcción desde la integración/transformación de referentes académicos y experienciales. El caso de un futuro profesor de biología. En A. Molina (Ed.), *Investigación y formación de profesores de ciencias: diálogos de perspectivas latinoamericanas* (pp. 131- 159). Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Fonseca, G., y Rivera, Martínez, C. (2020b). ¿Qué conocimiento profesional del profesor de Biología construye un profesor en formación inicial cuando enseña la biodiversidad? *Uni-pluriversidad*, 20(1), 175-196.

- Fontecha, F. (2017). Enseñanza de los insectos y sus interacciones ecosistémicas con estudiantes del grado séptimo de la institución educativa el progreso Fuente de Oro (META). *Bio-grafía*, 1060-1068.
- Franchi, T. (2020). The impact of the Covid-19 pandemic on current anatomy education and future careers: A student's perspective. *Anatomical Sciences Education*, 13(3), 312.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 4(1), 30-35.
- Gallardo, A. (2020). Saberes docentes ante la pandemia. Tensiones y alternativas. *Perfiles Educativos*, 42(170), 32-38.
- García, G. (2009). Las dimensiones afectivas de la docencia. *Revista Digital Universitaria*, 10(11).
- García, M. (2020). La docencia desde el hogar. Una alternativa necesaria en tiempos del Covid 19. *Polo del Conocimiento*, 5(4), 304-324.
- García, R. (2013). *Los organizadores gráficos una poderosa herramienta de enseñanza y aprendizaje en el quinto año de la carrera de lengua y literatura, durante el II semestre del año lectivo 2012 y I semestre del año 2013* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- García-Callejas, D., y Torres, A. (2019). Restauración de interacciones ecológicas: medidas y consecuencias a escala de comunidad. *Ecosistemas*, 28(2), 42-49.
- García-Carmona, A. (2014). Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 493-509.
- García-Carmona, A., Vázquez, Á., y Manassero M. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(3), 403-412.
- García-Reyes, A. (2019). *La importancia de los depredadores en los ecosistemas* [Tesis de maestría]. Universidad de Jaén.
- Gargallo-López, B., Pérez-Pérez, C., Verde-Peleato, I., y García-Félix, E. (2017). Estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios y enseñanza centrada en el aprendizaje. *RELIEVE-Revista Electrónica De Investigación y Evaluación Educativa*, 23(2).

- Garritz Ruiz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista iberoamericana de educación*, 42, 127-152.
- Garritz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(3), 315-326.
- Garritz, A., y Trinidad, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación química*, 15(2), 98-102.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: an introduction and orientation. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 3–17). Kluwer.
- Gil, D., y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. *Revista Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- Gómez, N., y Rodríguez, P. (2020). Estrés en docentes en el contexto de la pandemia de COVID-19 y la educación, FENOB UNA: Filial Coronel Oviedo. *Academic Disclosure*, 1(1), 216–234.
- González, R. (2015). Ecopuzzle/Evopuzzles: una nueva metodología activa para la enseñanza-aprendizaje. (I) Interacciones ecológicas y (II) Relaciones evolutivas de los Tetrápodos. *Congreso In-Red*, 1-15.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Teachers College Press.
- Guerrero, L., y Ribeiro, C. (2015). El conocimiento profesional como característica distintiva de profesionalización docente en la formación de profesores. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 2(3), 1-19.
- Guevara, S., Quiroga, A., y González, J. (2017). Arañas lobo como estrategia de enseñanza-aprendizaje de la ecología en estudiantes de sexto grado de la institución educativa José Reinel Cerquera de Palermo-Huila. En *Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología* (pp. 194–202).
- Gutiérrez, J. (2011). *La Percepción de Autoeficacia y su Relación con el Nivel de Conocimientos Previos, en un Contexto de Solución de Problemas Matemáticos, en los Alumnos de Sexto Grado de Educación Primaria-Edición Única* [Tesis de maestría]. Tecnológico de Monterrey.

- Hashweh, M. (1985). An exploratory study of teacher knowledge and teaching: The effects of science teachers' knowledge of their subject matter and their conceptions of learning on their teaching. Unpublished doctoral dissertation. Stanford Graduate School of Education, Stanford, CA
- Heimman, A., Ruiz, A., y Ayala, N. (2020). Dificultades en la aplicación de clases remotas durante la pandemia de covid-19 en la FACITEC. *Tecnología, Diseño e Innovación*, 6(1), 1-17.
- Hernández, S., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill Education.
- Hincapié, R. (2015). Diseño de una propuesta metodológica para la enseñanza de las interacciones en los ecosistemas [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., y Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*.
- Hong, W., y Youngs, P. (2016). Why are teachers afraid of curricular autonomy? Contradictory effects of the new national curriculum in South Korea. *Asia Pacific Journal of Education*, 36(sup1), 20-33.
- Hurtado, F. (2020). La educación en tiempos de pandemia: los desafíos de la escuela del siglo XXI. *Revista arbitrada del centro de investigación y estudios gerenciales*, 44, 176-187.
- Husen, T., Saha, L. J., y Noonan, R. (1978). Teacher Training and Student Achievement in Less Developed Counties. World Bank Staff Working Paper No. 310.
- Ibáñez, M., Sbaraglini, M. L., Gangoiti, M., Enrique, N., Dambrosio, M., y Speroni, F. (2020). Enseñanza de Anatomía e Histología en tiempos de pandemia: adaptaciones para una cursada a distancia. *Trayectorias Universitarias*, 6.
- Jara, O. (2017). *La concepción metodológica dialéctica, los métodos y las técnicas participativas en la educación popular*. CEP-Centro de Estudios y Publicaciones Alforja. San Jose (s/d).
- Jaramillo, L. M., y Puga, L. A. (2016). El pensamiento lógico-abstracto como sustento para potenciar los procesos cognitivos en la educación. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (21), 31-55.
- Jiménez, M. (2009). *Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: conceptos, dificultades y perspectivas* [Tesis de doctorado]. Universidad de Granada.

- Juanda, A., Shidiq, A., y Nasrudin, D. (2021). Teacher Learning Management: Investigating Biology Teachers' TPACK to Conduct Learning During the Covid-19 Outbreak. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(1), 48-59.
- Karakaya, K. (2021). Design considerations in emergency remote teaching during the COVID-19 pandemic: a human-centered approach. *Educational Technology Research and Development*, 69(1), 295-299.
- Kim, J. (2020). Learning and teaching online during Covid-19: Experiences of student teachers in an early childhood education practicum. *International Journal of Early Childhood*, 52(2), 145-158.
- Lampert, M. (1998). Studying teaching as a thinking practice. En J. Greeno y S. Goldman (Eds.), *Thinking Practices in Mathematics and Science Learning*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Leal, A. (2014). El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC): una herramienta que contribuye en la configuración de la identidad profesional del profesor. *Magistro*, 8(15), pp. 89-110.
- Lederman, N. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N., Lederman, J., y Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147.
- Lee, N. H., y Tan, J. B. L. (2014). The role of virtual manipulatives on the concrete-pictorial-abstract approach in teaching primary mathematics. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 8(2).
- Lepp, L., Aaviku, T., Leijen, Ä., Pedaste, M. y Saks, K. (2021). Teaching during COVID-19: The decisions made in teaching. *Education Sciences*, 11(2), 47.
- Liu, F., Maitlis, S. (2010). Non-participant observation. En A. Mills, G. Durepos, y E. Wiebe, (Eds.), *Encyclopedia Case Study Research*. Sage.
- Lloyd, M. (2020). Desigualdades educativas y la brecha digital en tiempos de COVID-19. En H. Casanova (Coord.), *Educación y Pandemia: Una Visión Académica* (pp. 115-121). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación.

- López, L. (2020). Educación remota de emergencia, virtualidad y desigualdades: pedagogía en tiempos de pandemia. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(5), 98-107.
- Lorenzo, M. (2012). Los formadores de profesores: el desafío de enseñar enseñando. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16(2), 295-312.
- Lorenzo, M., Garritz, A., Daza, A. (2014). ¿Transposición didáctica o conocimiento didáctico del contenido o conocimiento pedagógico del contenido? "A rose by any other name". En A. Garritz (Coord.), *Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva Iberoamericana* (Cap. 1, pp. 5-23). Editorial Académica Española.
- Luengo, F. y Manso, J. (2020). *Informe de investigación COVID19: Voces de docentes y familias*. Proyecto Atlántida.
- Luís, M. (2021). *O conhecimento especializado do professor quando ensina tópicos de biologia* [Tesis doctoral]. Universidad de Huelva.
- Luís, M., Marques, M., y Bitencourt, A. (2021b). O lugar das big ideas no conhecimento do professor de biologia. En *V Congreso Iberoamericano sobre Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas*.
- Luís, M., Soares, S., Lima, S., y Marques, M. (2021a). Desenvolvimento dos Modelos de Conhecimento Especializado de Professores de Biologia, Física e Química. *Revista Multidisciplinar*, 3(1), 33–53.
- Luís, M., y Carrillo, J. (2020). O modelo do conhecimento especializado do professor de Biologia (BTSK). *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 11(7), 19-36.
- Magnusson, S., Krajcik, J., y Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. En J. Gess-Newsome, y N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95-132). Kluwer.
- Manassero, M., Vázquez, A., y Acevedo, J. (2001). Avaluació del temes de ciència, tecnologia i societat. Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Manzanal, R., y Jiménez, M. (1995). La enseñanza de la ecología: Un objetivo de la educación ambiental. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(3), 295-311.
- Marcelo, C. (1992). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido. En *Congreso "Las didácticas específicas en la formación del profesorado"*, 1-35.

- Marques, M., Coelho, S., Silva, J., y Gomes, J. (2021a). Conexões de conhecimentos especializados de professores de Biologia sobre temas do Ensino Médio. *Research, Society and Development*, 10(12), 1-12.
- Marques, M., Coelho, S., Silva, J., y Gomes, J. (2021b). Conexões de conhecimentos especializados de professores de Biologia sobre temas do Ensino Médio. *Research, Society and Development*, 10(12), 1-12.
- Marques, M., y Gomes, J. (2020). Conhecimentos Especializados de Professor de Biologia mobilizados em uma aula prática sobre Interações Ecológicas. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 8(2), 253-271.
- Martínez-León, J., López-Flores, R., y Pérez-Collazos, E. (2021). El tritón pirenaico en la Canal del Palomo (Vadiello). *Lucas Mallada Revista de Ciencias*, 203-233.
- McComas, W. (2002). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. *The nature of science in science education: Rationales and strategies*, 53-70.
- McComas, W. (2017). Understanding how science works: The nature of science as the foundation for science teaching and learning. *School Science Review*, 98(365), 71-76.
- Miembra, P. (2011). Los enfoques integrados de Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza secundaria. En P. Cañal (Coord.), *Didáctica de la biología y geología. Formación del profesorado. Educación secundaria. Volumen II* (pp. 123-137). Graó.
- Miles, M., y Huberman, A. (1994). *Qualitative data analysis: A sourcebook*. Sage.
- Miranda J. (2017). *El estilo de aprendizaje kinestésico y el pensamiento concreto en estudiantes de segundo año de educación básica de la unidad educativa Julio Enrique Fernández de la ciudad de Ambato* [Tesis de licenciatura]. Universidad Técnica de Ambato.
- Miras, M. (1993). Un punto de partida para el aprendizaje de nuevos contenidos: los conocimientos previos. En C. Coll, E. Martín, y T. Mauri (Eds.), *El constructivismo en el aula* (pp. 47-64). Graó.
- Mochón, S., y Morales, M. (2010). En qué consiste el “conocimiento matemático para la enseñanza” de un profesor y cómo fomentar su desarrollo: un estudio en la escuela primaria. *Educación matemática*, 22(1), 87-113.
- Moorhouse, B. (2020). Adaptations to a face-to-face initial teacher education course ‘forced’ online due to the COVID-19 pandemic. *Journal of Education for Teaching*, 1-3.
- Morales, C. (2013). *Competencias docentes para manejo de aula* [Tesis de maestría]. Universidad Central de Ecuador.

- Morales, M. (2020). *Docencia remota de emergencia frente al covid-19 en una escuela de medicina privada de Chile* [Tesis de maestría, Universidad de Concepción]. Repositorio Universidad de Concepción. <http://repositorio.udec.cl>
- Mosquera, C., García, A., Alonso, X., Marín, A., Prada, L., Rincón, J., y Saldaña, L. (2021). El conocimiento didáctico del contenido y su impacto en los conocimientos prácticos de los profesores de Ciencias y en la construcción de conocimientos científicos escolares. *Revista científica*, (40), 45-62
- Muñoz, A. (2020). *La enseñanza de las interacciones ecológicas: una posibilidad de acercamiento a procesos de lectura y escritura diversos en la básica primaria* [Tesis de maestría]. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.
- Muñoz-Catalán, M. C., Contreras, L. C., Carrillo, J., Rojas, N., Montes, M. Á., y Climent, N. (2015). Conocimiento especializado del profesor de matemáticas (MTSK): un modelo analítico para el estudio del conocimiento del profesor de matemáticas. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 18 (3), 1801-1817.
- Navarrete, Z., Manzanilla, H. y Ocaña, L. (2020). Políticas implementadas por el gobierno mexicano frente al Covid-19. El caso de la educación básica. *RLEE Nueva Época*, 143-172.
- Neakrase, J. (2010). *Nature or nurture? A characterization of the knowledge and practices of in- and out-of-field beginning secondary physics teachers* [Tesis de doctorado]. Universidad Estatal de Arizona.
- Nilssona, P., y Vikströmb, A. (2015). Making PCK explicit — Capturing science teachers' pedagogical content knowledge (PCK) in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 37(17), 2836-2857.
- Nolet, V. (2017). Quality education: Cultural competence and a sustainability worldview. *Kappa Delta Pi Record*, 53(4), 162–167.
- Ojeda-Barceló, F., y Perales-Palacios, E. (2011). Buenas prácticas en el uso de las TIC en la enseñanza de la Biología. En P. Cañal (Coord.), *Didáctica de la biología y geología. Formación del profesorado. Educación secundaria. Volumen III* (pp. 121-140). Graó.
- OMS (2021b, 24 de septiembre). *WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard*. <https://covid19.who.int/table>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021a, 24 de septiembre). *Los nombres de la enfermedad por coronavirus (COVID-19) y del virus que la causa*. <https://www.who.int/es/>

emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it

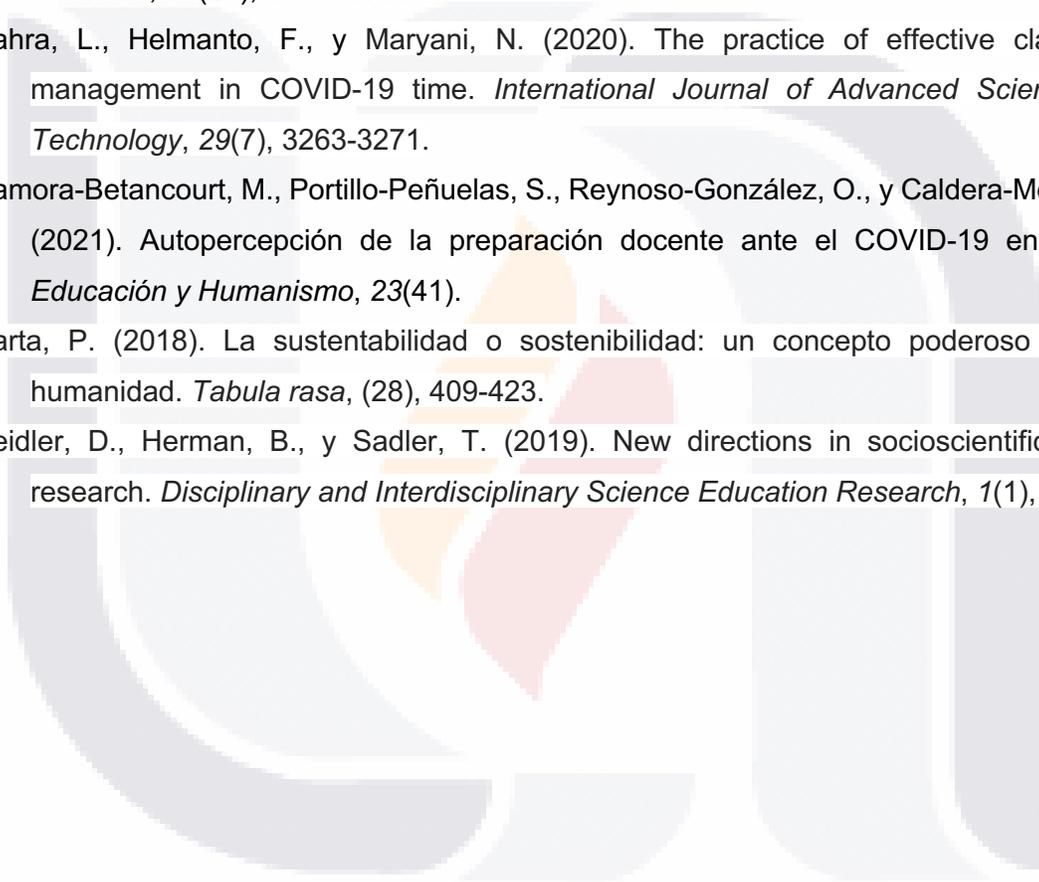
- Orozco, B. (2020). Interrogar el sentido del conocimiento escolar ante la pandemia. *Perfiles Educativos*, 42(170), 63-71.
- Özden, M. (2008). The effect of content knowledge on pedagogical content knowledge: the case of teaching phases of matters. *Educational Science: Theory & Practice*, 8(2), 633-645.
- Pajares, F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(39), 307-332.
- Parga, D. L., y Mora, W. M. (2014). El pck, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación Química*, 25(3), 332-342.
- Park, S., y Oliver, J. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in science Education*, 38(3), 261-284.
- Pedrinaci y Gil, (2011). El currículo de Ciencias de la naturaleza, Biología y Geología: ESO: propuesta para el aula. En P. Cañal (Coord.), *Didáctica de la biología y geología. Formación del profesorado. Educación secundaria. Volumen I* (pp. 143-163). Graó.
- Pedrinaci, E. (2011). El currículo de Geología en el bachillerato: ideas y propuestas para el aula. En P. Cañal (Coord.), *Didáctica de la biología y geología. Formación del profesorado. Educación secundaria. Volumen I* (pp. 187-202). Graó.
- Penagos, A. (2018). Aporte del trabajo práctico en la comprensión de la dinámica de las poblaciones de aves. *Educación y Ciencia*, 21, 1033-1281.
- Pritchard, A. y Woolard, J. (2010). *Psychology for the Classroom: Constructivism and Social Learning*. Routledge.
- Rappoport, S., Rodríguez, M., y Bressanello, M. (2020). *Enseñar en tiempos de COVID-19. Una guía teórica-práctica para docentes*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- Real Academia Española (RAE) (2021). Chat. *Diccionario de la lengua española*. Real Academia Española. <https://dle.rae.es/chat>
- Reed, G. (1950). What Should the Biology Teacher Be? *The American Biology Teacher*, 12(8), 186-189.

- Reiss, M. (2020). Science Education in the Light of COVID-19. *Science & Education*, 29(4), 1079-1092.
- Rengifo Castro, J., Arango, I., y Gómez, M. (2021). El modelo depredador-presa de Lotka-Volterra en las especies de linces canadiense y liebres raqueta de nieve. *Cuadernos de Ingeniería Matemática*, 1(01), 1-11.
- Revel, A. (2020). Reflexiones en torno a la enseñanza de la salud. Lo que clausura y lo que invita a pensar. En L. Conde (Coord.), *Posnormales. Primera edición* (pp. 237-254). Graó.
- Rivera-Hernández, J., Blanco-Orozco, N., Alcántara-Salinas, G., Houbron, E., y Pérez-Sato, J. (2017). ¿Desarrollo sostenible o sustentable? La controversia de un concepto. *Posgrado y Sociedad Revista Electrónica del Sistema de Estudios de Posgrado*, 15(1), 57-67.
- Rodríguez, A. (2020). *Diagnóstico de la alfabetización científica promovida en alumnos de secundarias públicas. Un estudio de caso* [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Romo, G., y Hernández, G. (2007). El uso de trabajos prácticos por indagación como estrategia para acercar a los alumnos del Bachillerato al conocimiento de la naturaleza de la ciencia. En *Memorias X Congreso Nacional de Investigación Educativa*. México.
- Rufai, M., Alebiosu, S., y Adeakin, O. (2015). A conceptual model for virtual classroom management. *International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology*, 5(1), 27-32.
- Ruiz, G. (2020). Covid-19: pensar la educación en un escenario inédito. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(85), 229-237.
- Ruiz, J. (2012). *Metodología de la investigación cualitativa*. Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- Salazar, S. (2012). *El conocimiento pedagógico del contenido como modelo de medición docente*. Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana.
- Sánchez, M. (2021). ¿Pérdida de aprendizaje o ganancia vital?: los efectos de la pandemia en el aprendizaje. *Investigación en educación médica*, 10(40), 5-8.
- Sánchez, M., Martínez, A., Torres, R., de Agüero, M., Hernández, A., Benavides, M., Rendón, V., y Jaimes, C. (2020). Retos educativos durante la pandemia de COVID-19: una encuesta a profesores de la UNAM. *Revista Digital Universitaria*, 21(3), 1-24.
- Sanmartí, N. (1997). *Enseñar y aprender Ciencias: algunas reflexiones*.

- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Proyecto Editorial Síntesis Educación.
- Schoenfeld, A. (2010). *How we think*. Routledge.
- Secretaria de Educación Pública (SEP) (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral. Ciencias y Tecnología. Educación secundaria. Plan y programas de estudio, orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación*. SEP.
- Semilarski, H., y Laius, A. (2021). Exploring Biological Literacy: A Systematic Literature Review of Biological Literacy. *European Journal of Educational Research*, 10(3), 1181-1197.
- SEP (2022a). *Ciencias Naturales. Tercer grado*. SEP.
- SEP (2022b). *Ciencias Naturales. Cuarto grado*. SEP.
- SEP (2022c). *Ciencias Naturales. Quinto grado*. SEP.
- SEP (2022d). *Ciencias Naturales. Sexto grado*. SEP.
- Serrallé, J., Pérez, U., Lorenzo, M., y Álvarez, M. (2021). Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en el profesorado en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 0113-133.
- Sherrer, S. (2020). A virtual laboratory module exploring photosynthesis during COVID-19. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(6), 659-661.
- Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23.
- Sintema, E. J. (2020). Effect of COVID-19 on the performance of grade 12 students: Implications for STEM education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(7).
- Solaz-Portolés, J., y Marín, B. (2016). Estudio exploratorio de la asimilación de conceptos básicos en la alfabetización científica: el caso de un centro de educación secundaria público. *Revista de pedagogía*, 37(100), 91-109.
- Sosa, L., y Ribeiro, M. (2015). El conocimiento profesional como característica distintiva de profesionalización docente en la formación de profesores. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 2(3), 1-19.
- Sosa-Escalante, J., Gallina, S., Martínez-Meyer, E., Cortés-Calva, P., Mac Swiney, M., Iñiguez-Dávalos, L., Gallo-Reynoso, J., Monroy-Gamboa, A., Servin, J., Sánchez-

- Rojas, G., Guerrero, J., Arellano, E., Briones-Salas, M., y Álvarez-Castañeda, S. (2020). COVID-19: posibles efectos en la educación mastozoológica y otras disciplinas biológicas. *Therya*, 11(2), 157-159.
- Squeo, F., Cepeda, J., Olivares, N., y Arroyo, M. (2006). Interacciones ecológicas en la alta montaña del Valle del Elqui. En P. Cepeda (Ed.), *Geología de los Andes desérticos. La Alta Montaña del Valle del Elqui* (pp. 69-103). Ediciones Universidad de La Serena.
- Stake, R. (1999). *The art of case study research*. Sage.
- Stake, R. (2005). *Multiple Case Study Analysis*. The Guildford Press.
- Suárez, V., Quezada, M., Oros, S. y Ronquillo, E. (2020). Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020. *Revista Clínica Española*, 220(8), 463-471.
- Tabios., G. (2021). Preparing Philippine Higher Education Institutions for Flexible Learning during the Period of COVID-19 Pandemic: Curricular and Instructional Adjustments, Challenges, and Issues. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 13(3), 2150-2166.
- Tang, W., y Wee, J. (2019). Assessing lower track students' learning in science inference skills in Singapore. *Asia-Pacific Science Education*, 5(1), 1-19.
- Thibaut, D. y Schroeder, K. (2020). A case-based learning approach to online biochemistry labs during COVID-19. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(5), 484-485.
- Tiraş, I. (2019). *Exploring experienced science teachers' topic-specific pedagogical content knowledge in teaching ecosystems* [Tesis de maestría]. Universidad Técnica de Medio Este.
- Tolosa, B. (2022). *Análisis del conocimiento didáctico del contenido en estudiantes de profesorado de biología a partir de la modelización para la planificación de la enseñanza en tópicos específicos de las ciencias biológicas* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Torres, N. (2011). Las cuestiones sociocientíficas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. *Luna azul*, (32), 45-51.
- Urzúa, M., Rodríguez, D., Martínez, M. y Eustaquio, R. (2020). Aprender ciencias experimentales mediante TIC en tiempos de covid-19: percepción del estudiantado. *Praxis & saber*, 11(27).
- Valbuena, E. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad*

- Pedagógica Nacional (Colombia)* [Tesis de doctorado]. Universidad Complutense de Madrid.
- Valbuena, E. (2011). Hipótesis de progresión del conocimiento biológico y del conocimiento didáctico del contenido biológico. Parte I: referentes teóricos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (30), 30-52.
- Valdemoros, M. (2010). Dificultades didácticas en la enseñanza de la razón y proporción: estudio de caso. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13, 423-440.
- Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M. (2017). Contenidos de naturaleza de la ciencia y la tecnología en los nuevos currículos básicos de educación secundaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 21(1), 294-312.
- Ventura, A. (2016). ¿Enseño como aprendí?: el rol del estilo de aprendizaje en la enseñanza del profesorado universitario. *Aula abierta*, 44(2), 91-98.
- Verdugo-Perona, J., Solaz-Portolés, J. y Sanjosé-López, V. (2017). El conocimiento didáctico del contenido en ciencias: estado de la cuestión. *Cuadernos de Pesquisa*, 47(164), 586-611.
- Vergara, C., y Cofré, H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile? *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 40(ESPECIAL), 323-338.
- Vildósola, X. (2009). *Las actitudes de profesores y estudiantes, y la influencia de factores de aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria* [Tesis de doctorado]. Universidad de Barcelona.
- Viloria, H., y Hamburger J. (2019). Uso de las herramientas comunicativas en los entornos virtuales de aprendizaje. *Chasqui: Revista Latinoamericana de Comunicación*, (140), 367-384.
- Whittle, C. Tiwari, S. Yan, S., y Williams, J. (2020). Emergency remote teaching environment: a conceptual framework for responsive online teaching in crises. *Information and Learning Sciences*, 121(5/6), 311-319.
- Widowati, A., Widodo, E., y Anjarsari, P. (2017, November). The Development of Scientific Literacy through Nature of Science (NoS) within Inquiry Based Learning Approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 909(1), 012067.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Williams, J., y Lockley, J. (2012). Using CoRes to Develop the Pedagogical Content Knowledge (PCK) of Early Career Science and Technology Teachers. *Journal of Technology Education*, 24(1), 34-53.
- Wolinsky, H. (2021). Biology lessons in times of COVID. The pandemic has forced educators to teach and instruct online with varying success and challenges. *EMBO Reports*, 22(3).
- Yi, Y., Lagniton, P., Ye, S., Li, E., y Xu, R. (2020). COVID-19: what has been learned and to be learned about the novel coronavirus disease. *International Journal of Biological Sciences*, 16(10), 1753–1766.
- Zahra, L., Helmanto, F., y Maryani, N. (2020). The practice of effective classroom management in COVID-19 time. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(7), 3263-3271.
- Zamora-Betancourt, M., Portillo-Peñuelas, S., Reynoso-González, O., y Caldera-Montes, J. (2021). Autopercepción de la preparación docente ante el COVID-19 en México. *Educación y Humanismo*, 23(41).
- Zarta, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula rasa*, (28), 409-423.
- Zeidler, D., Herman, B., y Sadler, T. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1-9.
- 



ANEXO 1: Formato de observación de clase

Contenido:	
Aprendizaje esperado:	

No. de sesión

Fase de la clase	Tiempo	Procedimiento de las actividades	Materiales y recursos empleados	Patrón de interacción	Producto(s) de la fase	Comentarios/observaciones
Inicio						
Desarrollo						
Cierre						

Notas:

ANEXO 2: Guion de entrevista aplicado a Jacobo

Presentación de la entrevista

Antes de comenzar, quisiera reiterarle mi agradecimiento por aceptar participar en esta entrevista, la cual tiene como fin obtener información de sus prácticas de enseñanza durante el presente confinamiento para así conocer el conocimiento pedagógico implícito en su praxis.

La entrevista se divide en dos secciones, la primera busca conocer sus experiencias y la de sus estudiantes durante estos momentos de confinamiento; la segunda tiene como propósito indagar sus prácticas de enseñanza observadas. Durante la entrevista, con la finalidad de precisar algunas preguntas, habrá momentos en donde se muestren fragmentos de videos de sus clases o evidencias de trabajo.

Es importante mencionar que no hay respuestas correctas o incorrectas, además, la información que usted me proporcione será completamente confidencial y con fines académicos. Por lo tanto, solicito su permiso para grabar [video y/o audio] la entrevista ya que esto me facilitará su análisis posterior.

Guion de entrevista: Profesor Jacobo

Sección 1. Sobre su experiencia y la de los alumnos en la enseñanza de la biología a distancia

- 1.1 ¿Ha tenido experiencias previas dando clases a distancia, me las cuenta?
- 1.2 ¿Cuál ha sido su experiencia como docente durante esta pandemia en la enseñanza de la biología a distancia?
 - Maestro, en una plática que tuvimos, usted me comentó que también daba clases de inglés a los chicos de prepa. ¿Está pasando por lo mismo, o se tienen diferencias por el tipo de materia?
- 1.3 ¿Cómo ha visto que sus alumnos han experimentado esta enseñanza de la biología a distancia?
- 1.4 A raíz de la enseñanza de la biología en confinamiento, ¿se han dado cambios en su práctica? ¿Cuáles? ¿Por qué? En caso de que no se identifiquen cambios, ¿se puede decir que enseñar biología a distancia es igual a la modalidad presencial?
 - ¿Qué considera que ha aprendido en esta experiencia respecto a la enseñanza de la biología?
- 1.5 Respecto al trabajo práctico de biología y la educación en pandemia, ¿qué opina maestro?
- 1.6 ¿Cómo describiría su estilo o forma de enseñanza de la biología? Cada maestro tiene cosas que le son propias, ¿usted cómo se ve como maestro de biología? ¿Cambió esto durante esta enseñanza a distancia?
- 1.7 ¿Me podría explicar si los contenidos del Plan de estudios de biología lo siguen llevando de igual manera que en la modalidad presencial? ¿Por qué? [Es decir, ¿se aborda todos los contenidos y AE¹⁸, se trabajan las sugerencias didácticas y de evaluación?].

Sección 2. Sobre su práctica al enseñar el tema de las interacciones

Para conocer más sobre su práctica durante la enseñanza de la biología a distancia, me gustaría que platicáramos sobre algunos aspectos que se dieron en torno al tema de las interacciones de acuerdo con las planeaciones que me proporcionó para las fichas 5 y 6.

Maestro, me di cuenta de que, para el tema de las interacciones, en su planeación incluyó estos dos AE¹⁸:

COMPETENCIA / EJE	APRENDIZAJES ESPERADOS
MATERIA, ENERGÍA E INTERACCIONES / Interacciones	Infiere el papel que juegan las interacciones depredador-presa y la competencia en el equilibrio de las poblaciones en los ecosistemas Representa las transformaciones de la energía en los ecosistemas, en función de la fuente primaria y las cadenas tróficas Proyecto sobre el análisis de un ecosistema -se sugiere regional- bajo el punto de vista de la importancia de los depredadores y de las presas en el equilibrio de un ecosistema.

- 2.1 Maestro, usted integró estos dos AE en el tema de las interacciones, ¿puede hablarme sobre por qué los eligió y cómo se relacionan con el tema?
- 2.2 Para el tema de las interacciones, usted me mencionaba que no usó el libro de texto, ¿por qué decidió no usarlo? ¿usó algún otro material similar?
- 2.3 Maestro, algunas de las fuentes usadas para este tema provienen de recursos como *Openstax* y libros científicos sobre flora y fauna de Aguascalientes, ¿por qué eligió estas fuentes para enseñar las interacciones?
- 2.4 A lo largo de sus clases observé que habló sobre la Sierra Fría (fichas 5 y 6), ¿por qué la eligió para este tema?
- 2.5 Otros recursos que usted empleó para impartir clases a distancia fueron las plataformas *Google Meet* y *Google Classroom*, ¿cómo fue su experiencia enseñando las interacciones con estos recursos?
- 2.6 Las plataformas mencionadas fueron utilizadas para realizar diferentes actividades como una tabla comparativa de los componentes bióticos y abióticos de la Sierra Fría, un mapa semántico sobre el flujo de energía de los ecosistemas, un cuadro sinóptico sobre el equilibrio en los ecosistemas, entre otros. ¿Qué finalidad tenían? ¿Estos organizadores también los empleaba en las clases presenciales? En caso de que responda sí, ¿tienen la misma finalidad? ¿Se les dio el mismo uso?
- 2.7 ¿Cómo se daba cuenta hasta qué punto los alumnos lograban los AE? ¿Cree que pudo recabar evidencia del logro, cómo cuáles? [¿En qué lo observó?]
- 2.8 ¿En qué medida considera que se lograron los AE propuestos en su planeación? ¿A qué se debió?
- 2.9 Maestro, vi que usted evaluó el tema de las interacciones a los alumnos, ¿qué criterios utilizó para evaluar a los alumnos y por qué?
- 2.10 Esta manera de evaluar, ¿es igual que cuando enseña biología de manera presencial? En caso de que la respuesta sea no, ¿qué adecuaciones hizo? ¿Por qué?
- 2.11 ¿Cómo cree usted que los alumnos están percibiendo su aprendizaje en este tipo de enseñanza? ¿Qué cosas cree que han aprendido y qué han dejado de aprender

¹⁸ Abreviación para Aprendizaje(s) esperado(s).

en relación con las clases presenciales?

- 2.12 ¿Qué estrategias ha seguido para despertar el interés y la participación en los alumnos? ¿Lo ha logrado y por qué?
- 2.13 ¿Cómo ha sido la gestión del aula [virtual] en esta modalidad para enseñar sobre las interacciones?
- Maestro, al observar sus clases referentes a las fichas 5 y 6 de las interacciones, me percaté que, para enseñar este contenido, usted comenzó explicando a los alumnos sobre los niveles de organización biológica e integró algunas cuestiones referentes al flujo de energía (cadena alimentaria, red alimentaria, productor, consumidor y descomponedor).
- 2.14 ¿Qué considera que aportan estos temas específicos al más amplio que se aborda en el aprendizaje sobre las interacciones biológicas?
- 2.15 ¿Qué dificultades usted observa para articular estas ideas con el aprendizaje?
- 2.16 ¿Cuáles ideas cree que podrían faltar para que los alumnos comprendieran esto de las interacciones?, ¿por qué cree se podrían dar en este nivel de secundaria?
- 2.17 Usted empezó a trabajar este aprendizaje sobre las interacciones con el tema de niveles de organización ¿por qué empezó por ahí?
- 2.18 En el camino usted abordó nicho ecológico, competencias intra e interespecifica, depredación, presa, herbivoría... ¿Por qué le pareció importante abordar estos temas, y por qué en ese orden?
- Ahora maestro, quisiera que viéramos este video para comentarlo posteriormente (se muestra una discusión entre el maestro y su alumna sobre si los hongos son depredadores o no).
- 2.19 ¿Qué opina sobre este fragmento de su clase? ¿Qué opina de la participación de Ana? ¿Por qué cree que dio esa respuesta Ana?
- 2.20 Este tema de los hongos es interesante, ¿qué le parece a usted?
- 2.21 Me parecieron interesantes las diversas estrategias que usted empleó con sus alumnos para gestionar la clase, por ejemplo, recurrir a la memoria para recuperar información de sesiones pasadas, integrar ejemplos específicos y otras, ¿me platica más sobre ello?
- 2.22 ¿Identificó otras dificultades en los alumnos al enseñar el tema de las interacciones? ¿A qué se deben? ¿Cuáles? ¿Cómo las afrontó?
- 2.23 En una de las clases les pidió a los alumnos analizar una gráfica de las poblaciones de la liebre americana y el linco canadiense, me llamó la atención que la gráfica presentaba información desde 1845, ¿por qué utilizar este registro histórico para hablar equilibrio ecológico?
- 2.24 ¿Qué reflexión haría usted sobre su enseñanza a distancia de la biología y en concreto con el tema de las interacciones?
- 2.25 ¿Qué cree que le deja como maestro esta experiencia para su práctica ahora que volvamos al aula?