



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA
SUPERIOR**

FACULTAD DE QUÍMICA

**“Desarrollo y puesta en práctica del Taller de Aprendizaje y Enseñanza de las
Ciencias a través de la Indagación (TAECI): el caso de maestros de primaria”**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE

MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN QUÍMICA

P R E S E N T A

Q. Raúl Orduña Picón

**Tutora de tesis: Dra. Kira Padilla Martínez
Facultad de Química**

México, D. F. Junio 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice	
Abstract	4
Introducción	5
Capítulo 1. Marco teórico	8
1.1. Planteamiento del Problema	8
1.2. Justificación	12
1.3. Antecedentes	17
1.3.1 <i>La enseñanza de las ciencias ubicada en las necesidades del siglo XXI</i>	17
1.3.2 <i>PCK: El modelo sobre el conocimiento del docente y su aplicabilidad en la profesionalización de este sujeto.</i>	27
1.3.3 <i>Indagación Científica en la Ciencia Escolar</i>	36
1.3.4 <i>Habilidades de pensamiento científico</i>	43
Capítulo 2. Metodología	54
2.1. Pregunta de Investigación	54
2.2. Objetivos del proyecto de tesis	55
2.3 ¿Qué es el TAECI?	55
2.4 Forma de trabajo del equipo TAECI	57
2.5 Trabajo de tesis: ¿cómo se hizo y se caracteriza el presente estudio?	61
2.6 Perfil de Valentina	65
2.7 Instrumentos para la colección de datos	65
2.7.1 <i>Etapa inicial</i>	66
2.7.2 <i>Etapa intermedia</i>	75
2.7.3 <i>Etapa final</i>	79
2.8. Sistema de análisis	85
2.9 Códigos y su categorización	87
2.10. Confiabilidad y Validación	93
2.10.1. <i>Confiabilidad</i>	93
2.10.2. <i>Validación</i>	94
Capítulo 3. Presentación y análisis de resultados.	97
3.1. Etapa Inicial	97
3.1.1. <i>Dominio Base: Orientaciones hacia la Enseñanza de la Ciencia (OEC)</i>	97
3.1.2. <i>Dominio Base: Conocimiento sobre estrategias para la enseñanza de las ciencia (CEI)</i>	103
3.1.3. <i>Dominio Base: “Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (CCE)”</i>	108
3.1.4. <i>Dominio Base: “Conocimiento de la evaluación del aprendizaje en ciencias (CE)”</i>	109
3.1.5. <i>Dominio Base: “Habilidades de pensamiento científico (HdPC)”</i>	111
3.1.6. <i>Dominio base: Mecanismo de reflexión (MdR)</i>	112
3.2. Construcción del primer perfil inicial del PCK de Valentina	120
3.3. Etapa Intermedia	126
3.3.1. <i>Dominio base: Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia (OEC)</i>	126

3.3.2. Dominio base: Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (CCE).....	137
3.3.3. Dominio base: Conocimiento de estrategias para la enseñanza de la ciencia (CEI).....	139
3.3.4. Dominio base: “Conocimiento en la evaluación del aprendizaje en ciencia (CEC)”	142
3.3.5. Dominio base: “Conocimiento sobre la contextualización del contenido científico (CCxnC)”	143
3.4. Construcción del segundo perfil intermedio del PCK de Valentina	150
3.5. Etapa Final.....	152
3.5.1. Tabla Curricular y secuencia didáctica	152
3.5.2. Dominio base OEC.....	169
3.5.3. Dominio base CEI.....	172
3.5.4. Dominio base CE	177
3.5.5. Dominio base HdPC.....	179
3.5.6. Dominio base MdR	180
Capítulo 4. Conclusiones	189
Referencias	194
Anexos	199

Abstract

Worldwide, elementary teachers have diverse difficulties related to teaching science that are linked with their professional background. In Mexico, the curricula requires teachers that have some orientations toward science teaching, for instance, guided inquiry; so, Mexican teachers need to have, in their teacher knowledge (PCK), several scientific thinking skills to teach science under this approach. This project has focus on teacher professional development course. We have designed and carried out a workshop (TAECI: workshop of learning and teaching science through inquiry), where teachers were scientific inquiry learners and then they were followed through three periods to identify if their knowledge and their teaching practice have changed. With this empirical study, we have set up a new model of PCK that including three distinctive base knowledge: scientific thinking skills (STS), knowledge of scientific content contextualization (KSCC), and reflection before action as one more mechanism of reflection (MR) with three steps: before, in, and on action. Thus, with our model, we documented, captured, and portrayed one teacher's PCK throughout several steps of TAECI.

Keywords: scientific thinking skills, PCK, and teacher as learner, elementary science.

Introducción

El presente trabajo de tesis versa sobre el estudio de uno de los campos de la investigación educativa menos explorados: la implementación e impacto de programas formativos o profesionalizantes, relacionados con la enseñanza de la ciencia, para docentes de educación primaria con experiencia. Los temas teóricos que apoyaron esta investigación fueron:

- El PCK como un constructo que permite representar los conocimientos que involucra el docente cuando enseña ciencias naturales o un tópico particular de esta disciplina.
- La indagación científica como una necesidad de aprendizaje del docente de educación primaria para después poder enseñar ciencias a sus alumnos bajo este enfoque, todo esto con base en las exigencias del programa de estudios de la SEP (2011)
- Las habilidades de pensamiento científico como conocimiento predominante en el aprendizaje y enseñanza de las ciencias naturales en la educación primaria.

Su estructura se basa en el planteamiento del problema, justificación, pregunta de investigación y objetivos, los cuales se encuentran sesgados hacia las dificultades a las que se enfrenta el docente de educación primaria y las posibles vías de solución relacionadas con la enseñanza de las ciencias naturales que lleva a cabo en el aula.

Referente a la pregunta de investigación y el objetivo; en el caso de la primera se encuentran dos preguntas, éstas dictaminaron la metodología utilizada en este proyecto de investigación. Se eligió un enfoque cualitativo para llevar a cabo un estudio de caso de una profesora de educación primaria, Valentina, que desempeña su labor docente en una escuela pública del área metropolitana de la ciudad de México. Luego entonces, el objetivo general de este estudio fue evidenciar el impacto que tuvo un programa de profesionalización docente de nombre “Taller de Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias a través de la Indagación (TAECI)” en una docente de educación primaria de entre varias que participaron en el TAECI.

A partir de la generación de evidencias a través de distintos instrumentos para la colección de datos (derivados del discurso y de la práctica docente de Valentina) fue posible crear un marco de análisis basado en categorías de códigos para construir tres perfiles (previo, durante y final) de PCK de Valentina durante su participación en el taller. En la sección de metodología se

especifican los instrumentos mencionados, así como las familias de códigos relacionados con el análisis de resultados. Después, en la sección de análisis se ilustran diversos extractos de los textos analizados que posiblemente fueron indicadores de los conocimientos o el cambio de éstos que presentó Valentina durante su participación en el proyecto TAECI. En esta sección, la discusión se hace a partir de los grandes temas relacionados con la ciencia y que en su momento impartió Valentina. También se muestran los perfiles docentes en tres momentos distintos de su práctica docente y del taller.

Por último, en esta sección de análisis, se da respuesta a las dos preguntas de investigación, con base en la interpretación de los resultados, esclareciendo si hubo un cambio o no en los componentes que conforman el PCK de Valentina y que impactan directamente en su práctica docente en ciencias, ya sea en lo discursivo o en lo práctico.

Finalmente, se presentan las conclusiones a las que se llegó, las referencias y se muestran, en los anexos, las herramientas de colección de datos.

Capítulo 1

Marco teórico

Capítulo 1. Marco teórico

1.1. Planteamiento del Problema

De acuerdo con las reformas del 2003, 2006 y 2011 (RIEB) se ha resaltado la importancia de las ciencias en la formación integral de los estudiantes, se promueve que durante y al final de la educación básica los alumnos estén inmiscuidos en la responsabilidad para con el desarrollo de sus “competencias para la vida”. Estas propuestas se encuentran en el programa de estudios de la SEP (2011) y deben verse como una serie de saberes que el estudiante va construyendo a lo largo de su vida y no sólo en la educación formal sino también en la informal (conocimiento intuitivo por citar un ejemplo).

Un indicador que muestra el desempeño que tienen los alumnos de educación básica en cuanto a las ciencias se refiere son las pruebas PISA del año 2012 (OCDE, 2012). Los estudiantes en México presentan bajos niveles en la comprensión de las ciencias, ya que por las características de las preguntas que conforman dicha prueba se puede decir que los estudiantes nacionales no tienen habilidades para resolver situaciones problemáticas complejas. El 47 % de 33,806 alumnos mexicanos que realizaron esta prueba no alcanzaron el nivel de competencias básico en el área de las ciencias; además, el alumno promedio en México obtiene 415 puntos en ciencia, siendo el promedio en la OCDE de 501 puntos (OCDE, 2012). Naturalmente, esta situación que aqueja a la educación básica tiene varios factores que pueden ser considerados como detonadores para originarla, uno de estas causas es el papel del docente.

Diversos autores han reportado la dificultad que a nivel mundial se tiene con los profesores que enseñan ciencias naturales en las educación primaria (Appleton, 2003 y 2007; Akerson, 2005; Diaconou et al., 2011; Palmer, 2011). Estos trabajos reflejan que la mayoría de los docentes que enseñan a este nivel presentan mayor conocimiento disciplinar, didáctico y de contexto de la lengua (nuestro caso el español) y las matemáticas, o en caso de que ésta no sea la situación, al menos estos docentes tienen mucho más confianza para enseñar tópicos relacionados con estas dos asignaturas, así que, comparando esta condición con la enseñanza de las ciencias naturales ésta queda diezmada en cuanto a su enseñanza y aprendizaje se refiere.

Debido a esta condición de segregación de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el nivel básico, los profesores de este nivel educativo no enseñan esta disciplina con la misma frecuencia

y dedicación que con el español y las matemáticas. Sin embargo, desde una óptica particular, también existen excepciones en las que el conocimiento disciplinar del español y las matemáticas de estos docentes pueden ser puestos a juicio por sus limitantes, pero aún así, este conocimiento presenta una base de saberes más sólida que el de ciencias.

Siguiendo con uno de los tantos orígenes de la problemática planteada, cuando los docentes se enfrentan a las clases de ciencias se enfocan en temas relacionados con la biología, generalmente hacen a un lado los temas relacionados con la enseñanza y aprendizaje de la física y química. Una de las posibles razones por las cuáles adoptan esta actitud se debe a que estos profesores presentan un limitado conocimiento sobre diversos temas científicos, por lo tanto esta limitante repercute en las estrategias que utilizan para enseñar un tema particular de las ciencias naturales (Akerson, 2005); la didáctica de las ciencias naturales se inhibe por esta condición.

En aras de cubrir la falta de conocimiento científico, los docentes recurren a diversos tipos de estrategias que les auxilien a preparar y llevar a cabo una serie de actividades didácticas (Akerson, 2005), estas son:

- a) Reducir la enseñanza de los temas como les sea posible
- b) Enseñar más biología que física y química
- c) Hacer uso de materiales desarrollados externamente como textos, cartas de trabajo guiadas y paquetes ya armados de trabajo
- d) Adoptar un enfoque tradicional en la enseñanza de las ciencias dejando de lado las discusiones sobre el tópico particular
- e) Buscar expertos y/o colegas que puedan apoyarlos en la planeación de su clase.

Abell y Roth (1992) reportan que aquellos maestros que son entusiastas en la enseñanza de las ciencias, es decir, que presentan buenos antecedentes para la enseñanza de algunos conceptos científicos, es posible que tengan dificultades serias en la enseñanza de algún tema debido a que no tienen suficiente conocimiento de contenido. Sumado a esto, desde una opinión particular, puede ser también la carencia del saber relacionado con las posibles vías de enseñanza que pueden ser aplicadas en el aula para que aprendan sus estudiantes, es decir, no poseen el conocimiento didáctico de las ciencias naturales a este nivel de educación, por lo tanto el modelo didáctico que diseñen y apliquen en el salón de clase tiene generalmente como objetivo principal

acumular información, de ahí la problemática. Luego entonces, debe haber un cambio en la orientación hacia la enseñanza y aprendizaje del docente, en aras de privilegiar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en sus estudiantes más que conceptos e información científica. La educación básica debe luchar por propiciar las habilidades de pensamiento científico y no un pensamiento enciclopédico.

Aunado a lo que se planteó en el párrafo anterior, hay reportes de investigaciones que evidencian las dificultades de los docentes de educación básica para desarrollar y evaluar actividades que generen habilidades de pensamiento científico (Loughran, 2007; Counsell, 2011; Hanuscin, Lee y Akerson, 2010). Esta limitación causa que el profesor en el momento que implemente un experimento dentro del aula, por mencionar un ejemplo, no reflexione o tenga como objetivo primario el desarrollo de habilidades de pensamiento científico (Counsell, 2011), posiblemente toma en cuenta el sentido causa – efecto interesándole más el éxito de la actividad experimental que todas las habilidades de pensamiento científico involucradas para su desarrollo.

El problema se agrava cuando se concibe al docente dentro de un sistema educativo que le exige cierto perfil y formación idóneos para llevar a cabo distintas tareas docentes en todas las áreas o asignaturas, donde la enseñanza de las ciencias no es la excepción; tal es el caso de las reformas educativas. Desde el 2003 se ha hecho énfasis en que los profesores de educación básica deben adoptar un enfoque de enseñanza y aprendizaje diferente al tradicional, este enfoque es resumido por García y otros (2005) como sigue:

- Se centra en las experiencias e ideas previas de los estudiantes como factores determinantes del aprendizaje.
- Estimula la reflexión y la comprensión de ideas científicas más allá de la memorización
- Enfatiza el trabajo colaborativo así como el fortalecer las habilidades requeridas para la vida democráticas

Aunque este enfoque de enseñanza está centrado en el alumno, pareciera que no adopta un sentido de aprendizaje y enseñanza de las ciencias naturales que permita tanto al docente como al alumno alcanzar las competencias científicas necesarias que se pretenden; la indagación científica aún no está bien clara como posible enfoque didáctico para solventar este problema. En los tres puntos mencionados se busca que el docente fomente la reflexión y el trabajo colaborativo; sin

embrago, como García y otros (2005) comentan, un cambio hacia este enfoque (a través de someter al docente a una serie de cursos de formación) no asegura una mejora en la práctica del profesor, por consecuencia (debido a las evidencias de las pruebas PISA y los resultados que arrojan) tampoco una mejora en la comprensión de los alumnos sobre contenidos científicos que les ayuden a entender su entorno y a resolver problemas complejos relacionados con la vida cotidiana.

Es así, como en la RIEB (2011) y en las guías del maestro del año 2011 se propone un enfoque en donde los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento científico a través de aprender por medio de la indagación científica, el trabajo colaborativo y la argumentación. Esto es plausible siempre y cuando el docente asuma un rol de guía dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el aula propiciando un rol activo en sus estudiantes para su aprendizaje.

Los maestros de ciencias en la educación básica, como ya se mencionó, presentan una falta de conocimiento disciplinar, didáctico y también psicopedagógico para una enseñanza efectiva de la ciencia en función de las exigencias de los programas y planes de estudio actuales. Además, esto conlleva a pensar que no se está enganchando o motivando a los estudiantes a involucrarse activamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Teniendo la óptica de Braund y Campbell (2011), sobre la importancia de que los docentes aprendan los contenidos disciplinares relacionados con la ciencia, es aún más urgente que los profesores aprendan la importancia de involucrarse en el aprendizaje y enseñanza de las ciencias, cambiando su postura de consumidores de ciencia a hacedores de indagación científica. Con esto se piensa, los docentes podrán diseñar estrategias pertinentes para la enseñanza de las ciencias, pensado desde un principio, en las necesidades acuciantes del sujeto en cuestión para su participación activa dentro de una sociedad del siglo XXI.

Teniendo como base el conflicto planteado y pensando en una especificidad en el método para atacar y resolver el problema, Loughran (2007) propone que, para conseguir que los docentes alcancen los objetivos que les sugiere el currículo de la institución a la cual pertenecen, es trascendente que ellos mismos se conviertan en sujetos con interés por aprender, es decir, que los docentes se vuelvan *aprendices de ciencias*, de tal forma que puedan desarrollarse en tres dimensiones:

- 1) Científica
- 2) Profesional
- 3) Personal

De tal forma que se busca que los docentes sean **más reflexivos** y que los contenidos disciplinares relacionados con las ciencias no sean una limitante para alcanzar los objetivos de aprendizaje. Se debe profesionalizar a los docentes en aras de involucrarlos e interesarlos en la enseñanza de las ciencias, dándoles las oportunidades didácticas transformadoras adecuadas para que conciban la importancia de las ciencias dentro de su contexto cotidiano. Se pretende que los profesores se vuelvan “aprendices activos de las ciencias” para que después puedan ser los “mentores de indagación en ciencias” que les exige el sistema educativo, que necesitan los alumnos y que la sociedad los demanda y tanto los requiere

1.2. Justificación

Con el fin de propiciar un nuevo rol en el docente respecto a la formación de los alumnos de educación básica y la búsqueda de nuevas opciones educativas, desde el año 2003, los nuevos lineamientos promulgados en la Reforma Integral para la Educación Básica (RIEB) han causado que la Secretaría de Educación Pública (SEP) tenga como estandarte educativo desarrollar en los estudiantes un conjunto de “competencias para la vida”. Dicho sistema de competencias está compuesto por una serie de conceptos, habilidades, actitudes y valores que deben coexistir no sólo cuando el alumno aprende nuevos contenidos en la educación formal, sino también durante los problemas a los que se enfrenta en su vida diaria y conduciendo a la construcción de conocimientos intuitivos a través de una educación informal.

Focalizando esta opción educativa en el Plan de Estudios 2011(SEP, 2011) dentro del marco de la educación primaria, la SEP genera doce principios pedagógicos que resultan ser condiciones esenciales para la implementación del currículo, la transformación de la práctica docente, el logro de los aprendizajes esperados y la mejora de la calidad educativa. Además, se plantea el propósito de desarrollar las “competencias” en los alumnos pertenecientes a este nivel educativo. Estos doce principios son:

1. **Centrar la atención en los estudiantes y en sus procesos de aprendizaje:** el centro y referente fundamental del aprendizaje debe ser y es el estudiante, es necesario generar su

disposición y capacidad para que siga aprendiendo a lo largo de su vida, desarrollar habilidades superiores de pensamiento en aras de conseguir la solución de problemas, pensamiento crítico, comprensión y explicación de situaciones desde distintas áreas del conocimiento, selección y manejo de información, innovación y creación en distintos dominios de su vida.

2. **Planificar para potencializar el aprendizaje:** una característica trascendental del docente para llevar a cabo su práctica es el diseño y aplicación de actividades de enseñanza y aprendizaje a partir de diversos enfoques. El rasgo principal de estas estrategias debe ser un desafío intelectual para los estudiantes con el fin de formular alternativas de solución (tanto individual como conjuntamente) a una tarea dada dentro y/o fuera del aula.
3. **Generar ambientes de aprendizaje:** dentro del aula, el docente y alumnos deben crear un espacio donde se propicie la comunicación y las interacciones necesarias que posibiliten la construcción del aprendizaje de algún tópico específico.
4. **Trabajar en colaboración para construir el aprendizaje:** concierne a estudiantes y al docente, este punto consiste en que el docente oriente a los alumnos para realizar acciones que conduzcan al descubrimiento, la búsqueda de soluciones a problemas asignados, así como similitudes y diferencias en los resultados, todo esto con el propósito principal de construir aprendizajes en de manera colaborativa (alumno-alumno, docente-alumno y docente-alumnos).
5. **Poner énfasis en el desarrollo de competencias, el logro de los estándares curriculares y los aprendizajes esperados:** concibiendo en primera instancia al término competencia, se reconoce como una capacidad de responder a diferentes situaciones, implicando un saber hacer (habilidades) con saber (conocimiento de las disciplinas), así como la valoración de las consecuencias de ese hacer y saber (valores y actitudes). Luego entonces, en la educación básica se pretende favorecer el desarrollo de dichos saberes, además del logro de los estándares curriculares y los aprendizajes esperados de los temas particulares para cada asignatura.

6. **Usar materiales educativos para favorecer el aprendizaje:** el profesor debe diversificar los materiales didácticos utilizados para cada una de las actividades didácticas pertenecientes al proceso de enseñanza y aprendizaje en cuestión. Es necesario tenga en consideración el uso del acervo de la biblioteca escolar y de su propia aula, materiales audiovisuales, multimedia, etc., además del libro de texto para cada una de las materias que imparte.
7. **Evaluar para aprender:** con base en un criterio docente, el profesor está obligado a obtener evidencias y brindar retroalimentación a los alumnos a lo largo de su formación para mejorar su desempeño y ampliar sus posibilidades de aprendizaje. El docente debe realizar y promover distintos tipos de evaluación en función del momento en el cual se realizan y por quienes intervienen en ella; así que, es necesario tomar en cuenta la evaluación diagnóstica, formativa, sumativa, autoevaluación, y coevaluación. También, es importante que el docente identifique los instrumentos pertinentes a utilizar para el nivel de sus estudiantes; algunos de estos instrumentos para la obtención de evidencias son: listas de control, diario de clase, observación directa, representaciones escritas, gráficas y materiales, proyectos colectivos de búsqueda de información, identificación de problemas y diseños para su solución, esquemas y mapas conceptuales, registros y cuadros de actitudes observadas en los estudiantes en actividades colectivase individuales, portafolios y carpetas de los trabajos elaborados dentro y fuera del aula, exámenes escritos y orales, etc.
8. **Favorecer la inclusión para atender a la diversidad:** brindar una educación que abarque la mayor cantidad de sectores sociales del área en la que se encuentre la escuela, es decir que valore, proteja y disemine la diversidad cultural. Que sea inclusiva, el docente debe ocuparse de la reducción al máximo de la desigualdad en el acceso de oportunidades para aprender y evitar cualquier tipo de discriminación dentro del aula.
9. **Incorporar temas de relevancia social:** en cada uno de los niveles y grados, se deben abordar temas de relevancia social por medio de actividades didácticas diseñadas y aplicadas por el docente. Los objetivos de estas actividades deben conducir a la formación crítica, responsable y participativa de los estudiantes en la sociedad.

10. **Renovar el pacto entre el estudiante, el docente, la familia y la escuela:** estimular y mejorar la relación entre los diversos actores educativos, con esto se busca promover normas que regulen la convivencia diaria, establecer vínculos entre los derechos y las responsabilidades. El docente tiene la obligación de crear actividades didácticas que se desarrollen dentro y fuera del aula en donde participen los estudiantes, la familia, el ambiente escolar y ellos mismos en aras de hacer una “pequeña” sociedad activa en la educación.
11. **Reorientar el liderazgo:** hacer consciente al alumno de asumir un compromiso personal y después con un grupo en particular basado en el diálogo informado que favorezca la toma de decisiones con base en el conocimiento de los participantes (incluyendo al estudiante). Algunas características de liderazgo que señala la UNESCO y que son necesarias impulsar en los espacios educativos son: la creatividad colectiva, la visión hacia el futuro, la innovación para la transformación, el fortalecimiento de la gestión, la promoción del trabajo colaborativo, la asesoría y la orientación, etc.
12. **La tutoría y la asesoría académica a la escuela:** se concibe como el conjunto de alternativas de atención individualizada hacia un estudiante o profesor. En el caso de los alumnos se dirige a quienes presentan un rezago educativo o, por el contrario, poseen aptitudes sobresalientes. Para los docentes, el objetivo es resolver situaciones de su práctica docente que contribuyan a su mejora.

Todos estos principios repercuten en la formación de los estudiantes en función del quehacer docente, es por eso que para llevar a cabo estos aspectos de la didáctica en general es necesario y condicionante que en primera instancia los profesores desarrollen una serie de saberes, habilidades, actitudes y valores que favorezcan a la creación de condiciones educativas favorables para hacer que los alumnos alcancen las “competencias para la vida”.

El sesgo del presente proyecto es el estudio de la creación de estrategias didácticas para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales por parte del docente. En la presente investigación se considera importante poner mayor énfasis en el desarrollo de los siete primeros y el último de los principios pedagógicos de los doce totales que marca la SEP.

Así que, en el caso de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias se considera que estos ocho principios pueden alcanzarse si el docente desarrolla estrategias de indagación científica. Con esto se busca que el profesor de educación básica presente por ejemplo una mayor facilidad para implementar en el aula actividades relacionadas con el diseño y realización de investigaciones científicas, promoviendo la argumentación en el alumno.

Sin embargo, la indagación científica como un posible enfoque en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es sólo parte de un macroconstructo que engloba los conocimientos, creencias, actitudes y valores del docente en cuanto al aprendizaje y enseñanza de la ciencia se refiere. Se concibe que esta aproximación necesita también la contribución de otras áreas de estudio del macroconstructo que rige la enseñanza y aprendizaje de la ciencia del docente para repercutir aún más en su práctica, siendo las posibles áreas de impacto: la planeación de las clases de ciencias, la evaluación de los conocimientos científicos de sus alumnos, la interacción con sus pares para propiciar un trabajo colegiado, la relación con padres de familia y con sus estudiantes en aras de mejorar la educación de estos últimos, etc. (Jones, M. y Carter, G; 2011).

Es importante comentar que se reconoce la trascendencia de la red compleja de actitudes y creencias que posee un profesor para cada una de las consideraciones didácticas de la enseñanza de las ciencias, las cuales controlan su práctica docente. Empero, por medio del aprendizaje de la indagación científica es plausible exista una modificación gradual en su red de conocimientos, creencias, actitudes y valores que contribuyan al mejoramiento de su quehacer como profesor en el momento de enseñar ciencias naturales. Dada la planeación y objetivos del presente trabajo la atención está centrada en la red de conocimientos didácticos, disciplinares y de contexto, el hecho de que no se tomen en cuenta las creencias, actitudes y valores en el macroconstructo del docente no significa que se rechace la existencia de las mismas, sino que involucra un estudio más complejo que requiere múltiples aspectos metodológicos para la exploración y caracterización del problema.

Luego entonces, en el presente proyecto se busca que los docentes no sólo aprendan a elaborar sus propias estrategias didácticas, sino también aprendan a llevarlas al aula utilizando la indagación científica, el trabajo colaborativo y la argumentación. Además, se espera aprendan a identificar no sólo los conceptos construidos por los alumnos en el aula, sino también las habilidades de pensamiento científico, las actitudes y valores que la SEP les solicita (SEP, 2011).

Es por ello que se busca crear ambientes de aprendizaje para el docente que repercutan en sus concepciones sobre la enseñanza de las ciencias para utilizar herramientas didácticas adecuadas para mejorar su práctica docente.

1.3. Antecedentes

1.3.1 La enseñanza de las ciencias ubicada en las necesidades del siglo XXI

1.3.1.1 La enseñanza de las ciencias en el siglo presente (panorama general)

Hoy en día, pensar en ciencia puede tener múltiples formas en la sociedad, todas estas sustentadas en algunas dicotomías: interesante o aburrida, tecnológica u obsoleta, inteligible o abstracta, útil o inútil, entre otras. Ahora bien, si se piensa en la enseñanza de las ciencias, un sesgo es notorio en estas dicotomías, ya que si se hace un esfuerzo para recordar las opiniones de las personas que están a nuestro alrededor hay un predominio en el pensamiento de la gente de que la enseñanza de la ciencia es aburrida, obsoleta, abstracta e inútil.

Diversos investigadores de la educación en ciencias han lidiado con la pregunta de *¿cómo debe ser enseñada, para la sociedad contemporánea, la ciencia?* (Tseitlin y Galili, 2006; p. 406) donde se procuren atender los valores, actitudes e intereses relacionados con los cambios que ocurren en la sociedad. Así que, diversos enfoque en la enseñanza de la ciencia se han tomado en cuenta para adaptarla a la sociedad: Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente, indagación científica e investigación guiada sobre la resolución de un problema (ABP) basada en un programa de estudios que esté basada en la *cultura científica* con tópicos acuciantes para los estudiantes (Tsitlin y Galili, 2006).

Sobre este término *cultura científica*, Jiménez Aleixandre (2003) realizan una explicación pertinente para comprenderlo, precisamente conciben dos extremos en el lenguaje de la sociedad: ciencia y cultura, intentan ilustrar las posibles conexiones entre estos dos mundos para pensarlo como un solo sistema. Mencionan que cultura *es el conjunto de símbolos significativos que la gente usa para hacer inteligibles sus vidas* (p. 14); la cultura es pública y colectiva, ya que cada individuo posee pensamientos propios pero los concepto, es decir, se intenta que cada persona comparta un conjunto de suposiciones y conocimientos desde un marco de interpretación definido (Candela, 2006), aunque sabemos que en la práctica no es así, sobre todo en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia; caso particular las ideas previas.

Lo anterior guía la explicación de Jiménez (2003) al manifestar que las palabras nuevas y sus usos se aprenden en un contexto de comunicación en particular. Luego entonces, si se orienta esta óptica a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, frecuentemente, existen dificultades para el docente y el alumno al aprender y utilizar un conocimiento científico (sea de habilidad de pensamiento científico, contenido, actitud o valor) dentro y fuera del salón de clases para resolver un problema, *se les pide que usen las herramientas de una disciplina sin que hayan adoptado su cultura* (p.15). Una posible solución de esta dificultad se basa en la propuesta de una *formación en la cultura científica*, tanto para alumnos como docentes, donde se les visualice como aprendices de un oficio que colaboran con personas expertas hasta dominar su lenguaje y su comportamiento; lograr una *enculturación*.

Lo que denomina Jiménez como *enculturación científica* debe ser visto con ciertos matices; en principio, no se trata de imitar y adoptar el lenguaje de los científicos tal cual, sino precisamente ser selectivo de acuerdo al nivel escolar al que se desea contribuir para seleccionar aquellas habilidades de pensamiento científico, conceptos, actitudes y valores mínimas necesarias para aprender por el docente y alumno y, con esto, puedan participar activamente en la sociedad en la que están inmersos. También, la ciencia, ya sea de frontera o escolar, no debe ser vista como algo técnico y que está regida por una serie de pasos establecidos para llegar a generar un producto (conocimiento científico en este caso), tal vez debería ser vista desde el arte, como un sistema para explorar el mundo natural con una gama inmensa de métodos para generar evidencias y con distintas maneras de interpretarlas para construir una posible explicación sobre cómo es que ocurre un fenómeno en la naturaleza o en un experimento dentro del aula o laboratorio de ciencias.

Con base en el párrafo de arriba, es necesario ahondar de manera general qué se entiende por ciencia escolar o mejor dicho *conocimiento científico escolar* (Candela, 2006). En una escuela existen reglas definidas en aras de regular y favorecer la interacción social, su principal objetivo es que en ella se aprendan una o varias maneras de describir el mundo que nos rodea. Candela (2006) define conocimiento científico escolar como *el conocimiento, que en relación con temas de la ciencia, se va construyendo en la interacción entre docentes y alumnos en el aula y se legitima por su aparente objetividad, universalidad e independencia de los sujetos y condiciones sociales de producción* (p. 804). Es así como el docente juega un rol importantísimo para la

transformación del conocimiento científico al conocimiento científico escolar, el docente debe diseñar, aplicar y evaluar modelos didácticos que sean precursores para esta transformación.

Desde un punto de vista particular, el término *enculturación científica*, la cual se pretende construir a través de procesos de formación científica en docentes y alumnos, se encuentra un peldaño abajo que la *alfabetización científica*, donde el parámetro de comparación es el conjunto de saberes científicos (habilidades de pensamiento científico, de contenido, actitudes y valores) involucrados para construirlos en un individuo. Hodson (2009) identifica a la *alfabetización científica* como la *educación en ciencia que está centralizada en objetivos de la ciudadanía más amplios que la formación profesional científica, de ingeniería o técnica de los estudiantes* (p. 1); acude a formar a los alumnos con los conocimientos pertinentes para entender el mundo tecnológico, hacer decisiones informadas involucrando su salud y ambiente, elegir carreras profesionales que remuneren en lo tecnológico para un país y en aras de pensar de una manera clara en general.

Partiendo de etapas constituidas de habilidades condicionantes y una analogía es posible visualizar la *alfabetización científica* (Hodson, 2009). Si se comienza por establecer, primeramente, las cuatro etapas; luego entonces es necesario hacer una descripción de cada una de ellas para entender todo el sistema (*alfabetización*):

1. Etapa de la firma: Una persona es capaz de escribir y leer su nombre.
2. Etapa de la recitación: Un individuo tiene la habilidad de leer todo (o la mayoría) de las palabras en un texto pero presenta poco entendimiento del significado global o del significado y sus implicaciones.
3. Etapa de la comprensión: Cuando una persona tiene la habilidad de darle sentido a un texto que no está relacionado con su cotidianidad, en cuanto al tema y los términos o palabras utilizadas en el escrito.
4. Etapa analítica: Comprende la habilidad de analizar, interpretar, criticar y evaluar textos, incluyendo reportes de los medios de comunicación.

Ahora bien, si lo que se tiene es un texto científico, éste involucra más que el reconocimiento de la mayoría o todas las palabras en este escrito, es necesario:

1. Determinar cuando algo es una inferencia, una hipótesis, una conclusión o un supuesto.

2. Distinguir entre una explicación y la evidencia de un fenómeno.
3. Reconocer cuando el autor está afirmando una “verdad científica”, expresando una duda o estableciendo escepticismo.

La lista anterior evidencia que un individuo requiere aprender a pensar y razonar científicamente, necesita familiarizarse con las formas y convenciones del lenguaje de la ciencia. Es trascendental recalcar que no sólo involucra el reconocimiento de palabras, sino también de la habilidad de comprender, evaluar y construir argumentos que relacionen ideas y teorías para entender o participar en situaciones nuevas o cotidianas para el individuo.

Claramente se ha hablado de aquel conocimiento escolar que se encuentra en la cima del proceso de formación científica de un ciudadano, pero qué hay respecto a la ciencia que se enseña a un nivel de educación básico y que es tan importante por su rol como piedra angular para lograr dicha formación o dotar al ciudadano de saberes científicos mínimos necesarios que contribuyan a su participación para con la sociedad, independientemente del rumbo científico o cualquier otro que decida tomar. Así que, hablar sobre la enseñanza de la ciencia en la educación primaria cobra sentido para dar una visión general de este cimiento: sus características y su estado actual.

1.3.1.2 Enseñanza de las ciencias en el nivel básico: educación primaria

Al establecer la palabra enseñanza es lógico pensar en el actor principal que lleva a cabo esta acción y tan importante labor: el docente. Sin lugar a dudas, este sujeto necesita, para enseñar, la transformación de su conocimiento y reflexión sobre su práctica en aras de crear modelos didácticos que sirvan para construir junto con los alumnos un tópico en particular. Sin embargo, también hay condiciones que regulan su actuar en el aula: sus creencias, actitudes, las exigencias de la institución a la que pertenece, etc. Es por esta razón que se vuelve importante conocer cómo se encuentra este ambiente educativo en el docente, particularmente cuando enseña ciencias en el nivel de primaria.

La enseñanza de la ciencia a nivel primaria ha sido un área de la investigación educativa que concierne a los investigadores de hace algunos años (Appleton, 1999). La esencia de estos reportes es que un número significativo de profesores de educación básica evitan la enseñanza de la ciencia; no son expertos en ella (debido a su formación) y presentan poca confianza en su desempeño cuando se encuentran enseñándola (Appleton, 2002; Appleton, 2003; Palmer, 2011).

Appleton (2003) comenta que una de las consecuencias debido a esta condición del docente de educación primaria es que cuando imparte un tópico científico frecuentemente utiliza las siguientes estrategias:

- Discusiones y explicaciones donde él es el participante activo
- Observaciones de cápsulas científicas en la televisión o computadora
- Investigaciones bibliográficas

Estos hallazgos son consistentes con otras regiones en el mundo, es decir, es una problemática mundial que afecta al sector de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en este nivel básico y que recae en el rol del docente en este proceso (Abell y Roth, 1992; Harlen, 1997).

El panorama descrito contrasta con las exigencias de las instituciones a las que pertenece el docente de educación primaria, éstas demandan o presentan expectativas relacionadas con el conocimiento científico del docente, entendimiento y uso de la didáctica de la ciencia, conocimiento del currículo científico, conocimiento de las estrategias y evaluación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y conocimiento sobre el aprendizaje y cognición relacionada con la ciencia (Abell, 2009). Así que, estas exigencias se han visto reflejadas en diversas recomendaciones que las instituciones educativas han externado para con el docente y mejorar la enseñanza de las ciencias y por ende el aprendizaje de ésta. Se trata entonces de nueve orientaciones generales que puede adoptar el docente para cumplir con estas expectativas (Friedrichsen, P. Et al, 2010 y Magnusson, et al, 1999), cada una de éstas tiene características particulares y objetivos distintos, es decir, si un docente lleva a cabo, junto con los alumnos, una estrategia de experimentación, ésta puede tener diferentes objetivos, donde cada uno de estos es lo que distingue a cada orientación. Friedrichsen (2002) revisa y clasifica en dos grandes categorías este conjunto de nueve orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia las cuales se muestran a continuación:

Primer categoría: Orientaciones centradas en el profesor (enfoque tradicional y rigor académico)

- **Enfoque tradicional:** El docente tiene el principal objetivo de “transmitir los hechos científicos”, donde la característica principal es que el profesor presenta la información, generalmente, a través de lecturas y/o discusiones.

- **Rigor didáctico:** El propósito de esta orientación para el docente es representar un conjunto de conocimientos en particular. La estrategia que utiliza se caracteriza por la dificultad en las actividades y problemas que se le imponen a los estudiantes para resolverlos. Comúnmente, el trabajo experimental y exposiciones son usadas para verificar conceptos científicos y demostrar la relación entre éstos y fenómeno dado.

Segunda categoría: Orientaciones basadas en los esfuerzos de reforma asociados a los proyectos de los programas de estudio en Estados Unidos

Primera subcategoría: Esfuerzos ubicados en la década de 1960.

- **Procedimental:** Cuando el docente asume esta orientación tiene como objetivo desarrollar en sus alumnos “habilidades procedimentales” relacionadas con la ciencia, tales como observar, clasificar, medir y predecir.
- **Actividades dirigidas:** Es definida con base en el objetivo de tener a los estudiantes activos al utilizar materiales en experiencias de “manos a la obra” (Magnusson et al, 1999, p.100)
- **Descubrimiento:** El docente tiene como objetivo proveer a sus estudiantes de libertad para que ellos mismos alcancen ciertos conceptos científicos. La característica particular de la estrategia utilizada en función de esta orientación es que los estudiantes exploren el mundo natural siguiendo sus propios intereses.

Segunda subcategoría: Esfuerzos basados en la época contemporánea.

- **Cambio conceptual:** El objetivo primordial por el cual se define esta orientación es facilitar el desarrollo del conocimiento científico con base en la condición de confrontar a los alumnos en contextos que los obliguen a explicar y desafiar sus ideas alternativas.
- **Aprendizaje basado por proyectos:** El docente tiene la meta principal de involucrar a los estudiantes en investigaciones para solucionar problemas “auténticos”, generalmente la estrategia es guiada por una pregunta de carácter semiabierta.

- **Indagación:** Tiene la meta de representar a la ciencia como un proceso de exploración, la naturaleza de la instrucción es caracterizada por la investigación como centro del aprendizaje.
- **Indagación guiada:** El objetivo es construir una comunidad de aprendices en ciencias, donde los miembros comparten responsabilidades para entender la naturaleza, particularmente aspectos relacionados con el uso de las herramientas en la ciencia (habilidades de pensamiento científico, deducción e inducción, etc.)

De esta manera, es evidente y lógico suponer que el docente al enseñar ciencias puede tener una orientación híbrida, es decir, están presentes dos o más orientaciones que dictaminan el rumbo de cada una de sus estrategias que implementa en el aula. Con base en la problemática planteada sobre la característica del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias relacionada con el docente de educación primaria, probablemente los profesores de este nivel educativo se encuentran estancados en la primer gran categoría de orientaciones; luego entonces es necesario propiciar su profesionalización en el campo de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias para que conozca la didáctica de esta disciplina, esto será una pequeña contribución para crear un criterio docente que le permita reflexionar sobre las ventajas y desventajas de adoptar una o varias orientaciones en la instrucción.

Hasta este momento se ha hablado de las perspectivas internacionales sobre la enseñanza de la ciencia en el nivel básico; sin embargo, es necesario focalizar la atención en el contexto que nos aqueja, la educación científica mexicana en el nivel primaria.

1.3.1.3 Descripción sobre los criterios de enseñanza y aprendizaje de las ciencias con base en el programa de la SEP 2011

Propósitos didácticos

Uno de los vértices para conocer el entorno de enseñanza y aprendizaje de la ciencia en la educación primaria es conocer los puntos generales y condicionantes del programa de estudios que rige este fenómeno en el aula. Debido al interés de este trabajo de tesis, el docente de este nivel educativo es el punto de referencia para guiar la revisión general de este documento de la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2011).

El profesor de educación primaria debe conocer y analizar las exigencias o expectativas didácticas generales y particulares, referentes a las ciencias naturales, que la institución a la que pertenece tiene previstas para que él las propicie en los alumnos. Si bien no hay una jerarquización implícita de estos objetivos generales de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, si hay un orden de aparición en éstos, la Tabla 1 ilustra cada uno de estos objetivos y se propone una clasificación con base en el tipo de saber que se intenta propicie el docente para que junto con el alumno los construyan.

Con base a esta categorización, los objetivos 1 y 3 tienen como prioridad que el docente diseñe modelos didácticos precursores para la construcción de conocimientos relacionados con la naturaleza de la ciencia (**NdC**), específicamente la relación ciencia-tecnología y el impacto que tiene en la sociedad y en el ambiente. Así que, probablemente uno de los enfoques pertinentes para alcanzar estos dos objetivos sea, además de **NdC**, el de Ciencia-Tecnología-Ambiente-Sociedad (**CTSA**).

Después, se presenta el objetivo relacionado a la formación de recursos humanos conscientes de la importancia del cuidado de su salud y del medio ambiente. El profesor de ciencias naturales debe crear actividades reflexivas en función de dilemas situados en la cotidianidad de la vida del alumno y relacionados con estos dos grandes campos.

El cuarto objetivo está íntimamente relacionado con las habilidades de pensamiento científico (**HdPC**), es necesario que el docente de educación primaria las posea para diseñar actividades didácticas que generen el alcance de éstas por parte del alumno. Este saber está muy asociado con el enfoque didáctico de la indagación científica, ya que para que el docente pueda implementar esta aproximación para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia debe tener claro cuáles de éstas son necesarias para llevar a cabo la indagación científica en el aula (Bybee, 2006). La indagación científica se revisará más adelante para su descripción.

En el penúltimo objetivo se encuentra la construcción de contenidos disciplinares, como propuesta de este proyecto de tesis, se busca que esta área del conocimiento sea una plataforma para alcanzar el saber relacionado con las **HdPC** y la **NdC**, es decir, que el contenido sea sólo un pretexto para enseñar y aprender los dos saberes mencionados.

Tabla 1. Relación de los objetivos generales de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias (SEP, 2011 pp: 83) en la educación básica con el saber asociado que se pretende construir.

Objetivo general	Saber que pretende alcanzar
1. Reconozcan la ciencia como una actividad humana en permanente construcción, con alcances y limitaciones, cuyos productos se aprovechan según la cultura y las necesidades de la sociedad.	Naturaleza de la ciencia (NdC)
2. Participen en el mejoramiento de su calidad de vida a partir de la toma de decisiones orientadas a la promoción de la salud y el cuidado ambiental, con base en el consumo sustentable.	Actitudes y valores hacia la ciencia
3. Aprecien la importancia de la ciencia y la tecnología y sus impactos en el ambiente en el marco de la sustentabilidad.	Naturaleza de la ciencia (NdC)
4. Desarrollen habilidades asociadas al conocimiento científico y sus niveles de representación e interpretación acerca de los fenómenos naturales.	Habilidades de pensamiento científico
5. Comprendan, desde la perspectiva de la ciencia escolar, procesos y fenómenos biológicos, físicos y químicos.	Contenido científico (conceptos, modelos, teorías, leyes)
6. Integren los conocimientos de las ciencias naturales a sus explicaciones sobre fenómenos y procesos naturales al aplicarlos en contextos y situaciones diversas.	Metacognición científica

Con base en los saberes mencionados, el quinto objetivo relaciona éstos para generar un saber o conocimiento de orden superior (Tishman y Perkins, 2006): metacognición científica. Resulta que el docente debe implementar en el aula actividades contextualizadas que se acerquen, lo mejor posible, a problemas de la vida diaria de los alumnos, todo esto en aras de poner a prueba los saberes que se han construido dentro y fuera del aula y que deben ser, además, lo potencialmente útiles para utilizarlos en tales situaciones.

Estándares curriculares

Este rubro curricular presenta un vínculo con la enculturación científica, ya que a través de éste se busca cubrir la necesidad de saberes científicos de la población mexicana, que además de formarlos en lo científico tengan la habilidad de utilizar las HdPC, actitudes, valores, NdC y metacognición científica en la vida diaria. Estos estándares generales son:

- **Conocimiento Científico:** Implican el desarrollo de un vocabulario para avanzar en la construcción de un lenguaje científico.
- **Aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología:** Versan sobre la aplicación del conocimiento científico con el de otras disciplinas en aras de crear sistemas explicativos de fenómenos y procesos naturales. Con ellos se busca la aplicación de éstos en diferentes contextos y situaciones de relevancia social y ambiental
- **Habilidades asociadas a la ciencia:** Se refieren al desarrollo de la capacidad para interpretar y representar fenómenos y procesos naturales, tales como: realizar, registrar y analizar observaciones de campo, planear y llevar a cabo experimento que involucren el manejo de variables, comunicar resultados, construir conclusiones sustentadas con los datos de la investigación, así como construir y evaluar modelos aplicando los conocimientos necesarios.
- **Actitudes asociadas a la ciencia:** Están centrados en la importancia de promover la curiosidad sobre la ciencia por parte de los alumnos, la valoración del conocimiento científico, la disposición al trabajo colaborativo, el cuidado del medio ambiente y de su salud, además de respetar las diferencias culturales y de género.

Enfoque Didáctico

De manera muy general, el programa de estudios (SEP, 2011) menciona que el docente debe adoptar una metodología de enseñanza que contribuya a la formación de los alumnos y que cumpla con las siguientes características:

- a) El punto de partida de las actividades debe ser desde contextos relacionados con la vida personal, cultural y social del alumno para explicitar para el estudiante el vínculo Ciencia-Tecnología-Ambiente (CTA).
- b) El docente debe propiciar la participación activa de los alumnos en la construcción de sus saberes científicos, es necesario que tome en cuenta sus saberes iniciales para, si es el caso, replantearlos cuando sea necesario.
- c) Los contenidos deben ser enseñados y aprendidos con base en la disciplina científica a lo largo de la educación básica. El docente debe tener claro la importancia que tiene su práctica docente

para contribuir en el desarrollo de las competencias para la vida, el perfil de egreso y a las competencias relacionadas con la ciencia.

Las características anteriores sobre el enfoque didáctico que debe asumir el profesor cuando enseña ciencias naturales están soportadas sobre la consideración del alumno como sujeto central del proceso de enseñanza y aprendizaje; luego entonces, es necesario que se familiarice con los intereses, curiosidades, intuiciones, nociones y preguntas comunes de sus estudiantes; debe aprovechar esos saberes sobre sus alumnos para crear ambientes didácticos donde asuma un rol de guía e impulse la interacción dinámica del grupo.

Específicamente, si se abordan los lineamientos de las secuencias didácticas que están en función de los rubros curriculares anteriores, el programa de estudios de la SEP (2011) explicita que el docente cuente con propósitos claramente definidos, tener siempre en cuenta el recurso de la contextualización de las actividades, considerar los saberes, creencias, actitudes e intereses de los alumnos, propiciar la investigación (favorecer el manejo de información), resolver problemas complejos que integren la mayor parte de aprendizajes, usar modelos para representar procesos y fenómenos naturales para construir una posible explicación de éstos y aplicar un proceso de evaluación formativa que retroalimente a los estudiantes en aras de mejorar su aprendizaje de las ciencias.

Lo anterior exhibe la necesidad de explorar y caracterizar el conocimiento del docente, relacionado con la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, para generar modelos de interpretación que indiquen la existencia o no de éstos y/o subdominios que lo componen.

1.3.2. PCK: El modelo sobre el conocimiento del docente y su aplicabilidad en la profesionalización de este sujeto.

1.3.2.1 El PCK como constructo base para la profesionalización docente

L. Shulman (1986) propuso la idea del conocimiento pedagógico de contenido (CPC) o pedagogical content knowledge (PCK), por su nombre en inglés, como el paradigma perdido, es decir, no se había puesto atención en cómo los docentes transforman el conocimiento disciplinar en algo comprensible para los estudiantes. De acuerdo con Abell (2011), Shulman propone este constructo como posible respuesta a la pregunta ¿qué conocimiento es esencial para enseñar? Luego entonces, sugiere que los docentes poseen un conocimiento base que incluye:

conocimiento de la disciplina, conocimiento pedagógico general, conocimiento del currículo, conocimiento pedagógico de contenido, conocimiento del aprendiz y sus características, conocimiento del contexto educativo y conocimiento de los fines, propósitos y valores educativos, así como de las bases históricas y filosóficas del mismo (Shulman, 1987). Estas ideas son fundamentales porque han sido las piedras angulares para la construcción de diferentes modelos sobre los componentes del PCK.

Shulman (1987) define al PCK como:

“esa amalgama especial de contenido y pedagogía que involucra el conocimiento, los intereses y responsabilidades de los docentes y que se manifiestan como su forma especial de entender su quehacer profesional (...) en el PCK se identifican los distintos conocimientos necesarios para la enseñanza. Éste representa la mezcla de contenido y pedagogía en una comprensión sobre cómo tópicos particulares, problemas, o tópicos organizados, representados y adaptados para los diversos intereses y habilidades de los aprendices, y presentados para la instrucción.”
(traducción libre)

Han sido *“los distintos conocimientos necesarios para la enseñanza”* el objeto de estudio para la construcción de distintos modelos de PCK, con el afán de dar sentido y explicar una de las partes del proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Así que, uno de los primeros modelos esquematizados fue el propuesto por Pamela Grossman (1990), ella retoma los aspectos generales propuestos por Shulman: conocimiento de la disciplina (CD) y el conocimiento pedagógico (CP) y añade el conocimiento del contexto (CCx) al sistema base, con esta contribución, surge un nuevo modelo de los dominios base que componen al PCK (Friedrichsen, van Driel, Abell, 2011). Este conocimiento del contexto está integrado por el conocimiento de las comunidades, el conocimiento de las escuelas y el conocimiento de qué saben los alumnos (Grossman, 1990). Acorde a este modelo, se concibe al sistema conocimiento de la disciplina - conocimiento pedagógico - conocimiento del contexto la piedra angular o aspectos clave que influyen al PCK y que el profesor traduce para su ejercicio docente (Gess-Newsome, 1999).

Luego entonces, Gess-Newsome propone, en 1999, un modelo (Figura 1) distinto para representar el conocimiento pedagógico de contenido. Con base en las distintas investigaciones relacionadas con el conocimiento del profesor y, considerando de ellas los datos y marcos de

análisis sobre la cognición del docente, crea un “continuo” de los modelos del PCK. En esta representación concibe dos extremos, en uno, el PCK no existe y el conocimiento del profesor se explica por medio de la intersección de tres constructos: disciplinar, pedagógico y de contexto; los cuales explican la relación PCK - enseñanza como sigue (Gess-Newsome, 1999):

“[...] Enseñar es el acto de integrar el conocimiento a través de estos tres dominios. Por conveniencia, llamaré a esto modelo integrativo [...]” (p. 10)

Por otro lado, el extremo faltante es lo que Gess-Newsome (1999) llama modelo transformativo al que define como: *“la síntesis de todo el conocimiento necesario con el fin de ser un profesor eficaz. En este caso, el PCK es la transformación del conocimiento disciplinar, pedagógico y de contexto en una forma única, la única forma de conocimiento que impacta la práctica de la enseñanza” (p. 10)*

Para hacer la distinción entre el modelo integrativo (MoI) y el modelo transformativo (MoT), Gess-Newsome (1999) hace uso de una fantástica analogía utilizando a la química: cuando dos materiales son puestos en contacto pueden formar tanto una mezcla (homogénea) o un compuesto, hablando solamente del caso cuando la mayoría de las partículas en el sistema interaccionan entre sí. En una mezcla, las propiedades de los materiales se conservan, pero visiblemente hay una total integración, donde los materiales progenitores de la mezcla pueden ser separados. En el caso de los compuestos, estos son creados por procesos que implican la adición o liberación de energía, los materiales progenitores “no pueden separarse fácilmente” y sus propiedades se transforman, esto implica el cambio de estos materiales en una nueva sustancia, la cual tiene propiedades distintas que la distinguen de otras sustancias.

Así que, el modelo integrativo (MoI) es análogo a una mezcla, en la cual se combinan los dominios del conocimiento disciplinar (CD), pedagógico (CP) y de contexto (CCx) en la práctica docente; los dominios progenitores pueden ser detectados en la justificación de una planeación y las decisiones de interacción en el ambiente de enseñanza del aula. Trasladado a la práctica docente, el profesor intenta identificar y seleccionar cada uno de los dominios base: disciplinar, pedagógico y de contexto, para integrarlos y crear oportunidades de aprendizaje (Gess-Newsome, 1999).

El modelo transformativo (MoT) implica que los conocimientos base iniciales están combinados de una manera que son difícilmente distinguibles, esta combinación genera una nueva forma de conocimiento: el PCK, por lo que el aislamiento de los dominios progenitores se lleva a cabo a través de un “*análisis más sofisticado*”. Siguiendo con la analogía, el compuesto “*resultante es más interesante y poderoso que las partes que lo formaron*” (Gess-Newsome, 1999, p. 11). Algo trascendente que plantea Gess-Newsome es que los dominios base, conocimiento disciplinar, conocimiento pedagógico y conocimiento del contexto, son independientes y cada uno contribuye a la generación del PCK.

Si se intenta hacer una relación sobre la enseñanza de la ciencia en la educación primaria y este modelo, es importante que los docentes, *en servicio* (con experiencia docente), reconozcan y comprendan los tres conocimientos base propuestos que conforman el PCK. Sin embargo, en el presente proyecto se parte de las suposiciones siguientes:

- La primera reside en la idea de que algunos docentes *en servicio* deben poseer la “mezcla” de conocimientos, es decir, están en uno de los extremos del modelo y lo que interesa es que por medio de la profesionalización pasen al otro extremo. Aquí la pregunta es *¿qué condiciones son necesarias para que los docentes pasen de la mezcla de conocimientos a formar el “nuevo conocimiento”?*.
- La segunda suposición consiste en que otra parte de docentes *en servicio* ya poseen un PCK, cuyo grado de desarrollo dependerá de varios aspectos entre los que se encuentran: si tienen un mayor o menor nivel de conocimientos en alguno de los dominios base, el grado de profesionalización que posea (entendiendo la profesionalización como la integración de los distintos saberes y habilidades), la reflexión sobre su práctica antes, durante y después de llevarla a cabo, e incluso la motivación personal sobre su profesión. Es decir, quizá algunos docentes se encuentren en el extremo integrativo, otros en el extremo transformativo y otros en el camino entre ambos.

Como se muestra en la Figura 1 y retomando de nueva cuenta la analogía de la mezcla y el compuesto, si se piensa en la generación de un PCK transformativo a partir de uno integrativo, es necesario determinar las condiciones necesarias para que ocurra ese “paso clave”. Las características de este “paso clave” no están relacionadas con un mecanismo corto y rápido, sino

todo lo contrario, resulta ser un proceso que involucra bastante tiempo y “energía”, entendiendo la energía como el conjunto de esfuerzo y responsabilidades del docente traducidos en: reflexión de la práctica docente, motivación para con el quehacer docente y estudio para el aprendizaje en aras de nutrir a los dominios base que componen el PCK, entre otros.

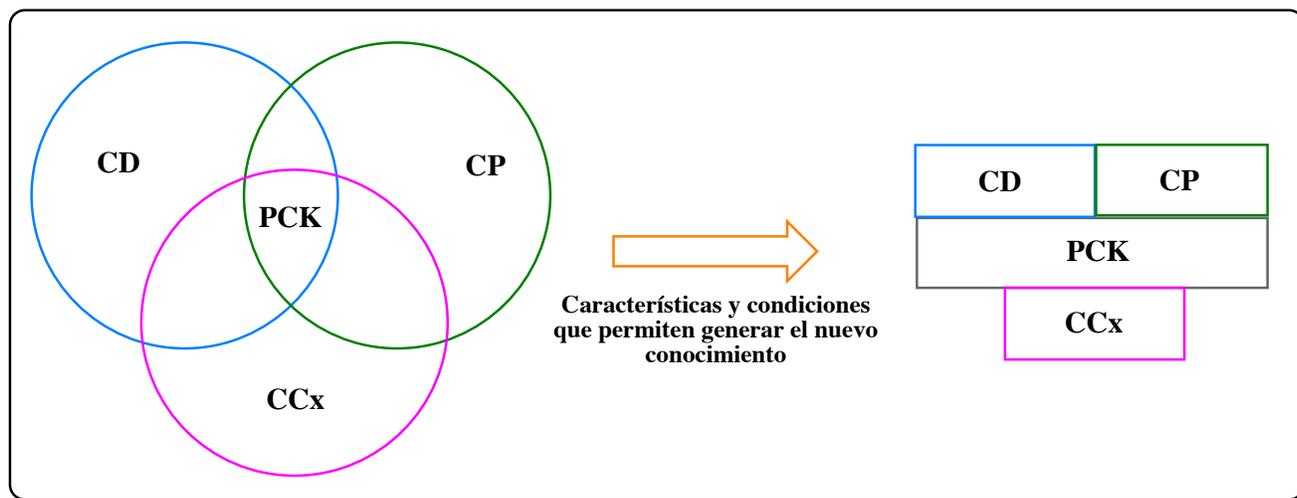


Figura 1. Modelo de PCK de Gess-Newsome (1999) donde se indica el proceso que debe llevar del MoI al MoT.

Siguiendo con esa breve revisión de algunos modelos de PCK y su aplicación con una de las posibles soluciones al problema de la enseñanza de las ciencias por parte del docente de educación primaria, otra representación que ha sido importante en el desarrollo de la investigación educativa y en el proceso de formación docente es el propuesto por Magnusson, Krajcik y Borko en 1999 (MoMKB). Uno de los rasgos característicos que presenta este modelo es conceptualizarlo como el resultado de una *transformación* de conocimientos de los dominios base: disciplinar, pedagógico y de contexto (Magnusson *et al.*, 1999). De acuerdo con las propuestas de Grossman (1990) y Tamir (1988), estos autores centralizan su modelo enfocándose directamente en la amalgama de dominios base que conforman el PCK, en los que establecen cinco componentes que derivan de ésta: a) orientaciones o enfoques hacia la enseñanza de la ciencia, b) conocimientos y creencias acerca del currículo de la ciencia, c) conocimientos y creencias acerca del entendimiento de los estudiantes de un tópico científico específico, d) conocimientos y creencias acerca de la evaluación en ciencia y, e) conocimientos y creencias

acerca de las estrategias de instrucción en la enseñanza de las ciencias. La Figura 2 ilustra el modelo MoMKB.

Todos los componentes que conforman el MoMKB dependen no sólo del conocimiento, sino también de las creencias personales de cada docente, he ahí la personalización del PCK, porque las creencias son constructos individuales que nos llevan a tomar decisiones en un sentido u otro.

En un sentido descriptivo del MoMKB, particularmente las relaciones entre estos cinco componentes, este modelo de PCK incluye las orientaciones para la enseñanza de la ciencia que asume el docente en distintas condiciones, estas orientaciones están influenciadas por los cuatro componentes restantes, los cuales son independientes entre sí, es decir, no mantienen una relación directa entre ellos, pero si una convergencia para dar cabida a la orientación para la enseñanza de la ciencia (Magnusson, 1999). A pesar de que estos autores sugieren una relación entre los componentes, la forma en la que presentan su modelo da más una idea de mapa conceptual lineal, estático, sin interacción entre los conceptos.

Esta relación entre dominios base exhibe una aproximación con un mayor carácter explicativo que el modelo de Grossman (1999), ya que está directamente relacionada con la práctica docente y puede ser caracterizada con base en la instrucción. Como se mencionó, este modelo ha sido muy utilizado para entender el conocimiento del docente y esbozar aquellos saberes que utiliza el profesor en su práctica cotidiana relacionada con la enseñanza de la ciencia. Luego entonces, los docentes *en servicio* se espera posean un PCK con ciertos constructos, los cuales contengan más de una orientación para la enseñanza de la ciencia, donde la elección, diseño y aplicación, esté en función de los objetivos de su enseñanza con base en un tópico científico específico. Se busca que el docente reflexione antes de la acción, durante la acción y después de la acción, en aras de autoevaluar su práctica docente de acuerdo con la orientación implementada.

Finalmente, un tercer modelo que es importante mencionar es el propuesto por Park y Oliver (2008) y que fue modificado por Park y Chen (2012). Ambos modelos se basan en la idea de los componentes del MoMKB; sin embargo, la estructura y las relaciones de los dominios base que lo componen son diferentes entre si. En el modelo hexagonal (MHx) (Park y Oliver, 2008) se proponen seis “componentes” o “dominios” en el que se incluye la “eficacia docente”. Resulta ser

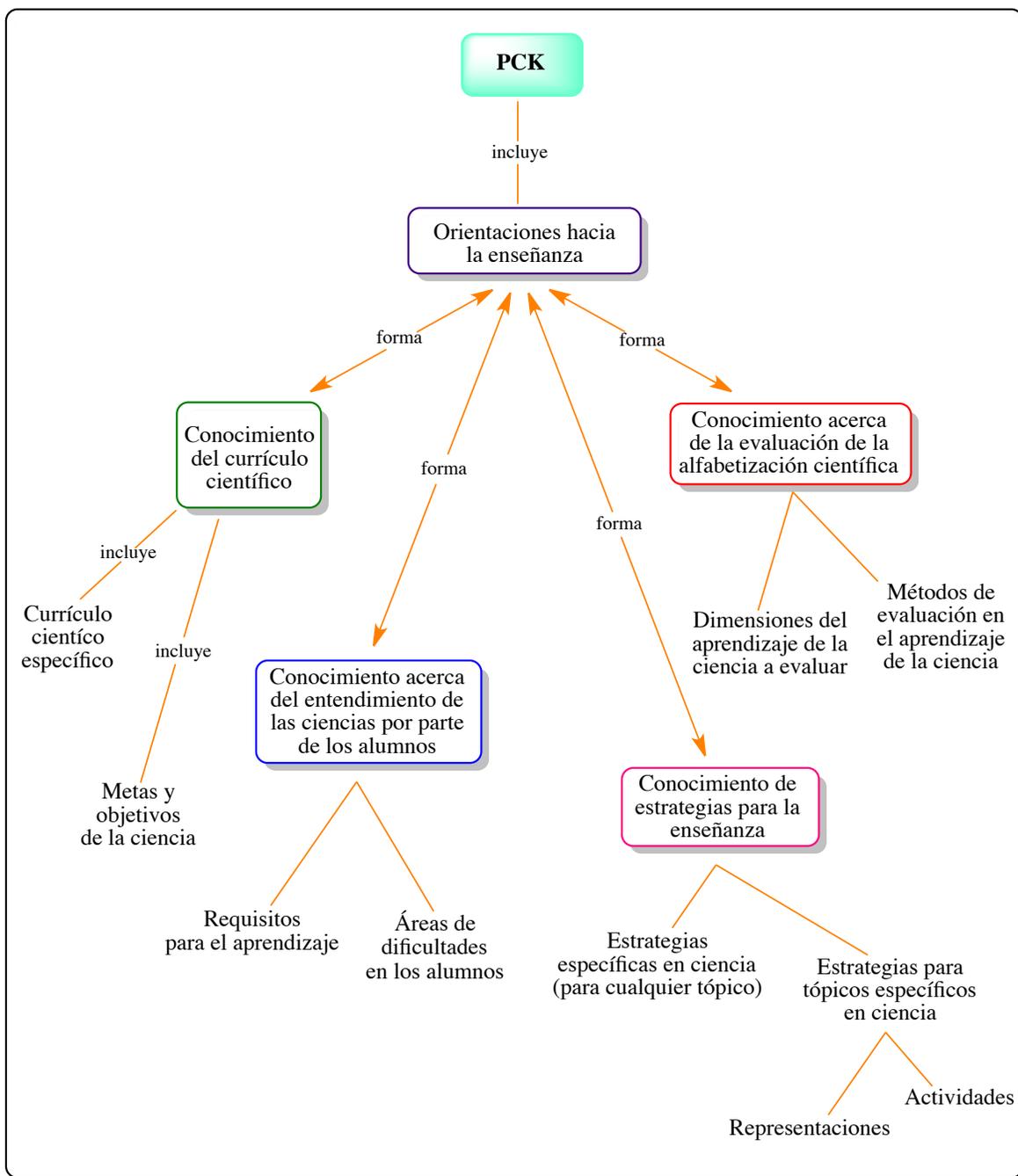


Figura 2. Modelo MoMKB del PCK tomado de Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999).

que en cada vértice del hexágono se encuentra un componente, el cual mantiene una relación bidireccional entre los componentes vecinos. Por ejemplo, las orientaciones se relacionan con el conocimiento del currículo y con el conocimiento sobre la evaluación, estos a su vez se relacionan con el conocimiento de la comprensión de los estudiantes (el primero) y el

conocimiento de las estrategias de enseñanza (el segundo), al mismo tiempo estos se relacionan con la eficacia docente. En el centro del hexágono se encuentra el PCK y rodeándolo dos flechas que indican el proceso de reflexión durante la acción y después de la acción. Este modelo es interesante porque es el primero que da lugar a la reflexión del docente ubicándolo como un componente fundamental en este modelo. Empero, uno de los dominios que es necesario esclarecer es “la eficacia docente” ya que los parámetros para su detección son inciertos, sobre todo porque el principio básico es que el PCK es personal.

Más adelante, Park y Chen (2012) proponen la modificación a este modelo hexagonal al omitir el conocimiento base sobre la “eficacia docente”, por lo que se vuelven a establecer los cinco componentes originales del MoMKB pero con una estructura pentagonal para el modelo resultante (Figura 3). Otra modificación se ubica en el orden de la relación entre los componentes, particularmente la comprensión del conocimiento de los estudiantes y de las estrategias de enseñanza, ya que se establece una relación directa con las orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia. Es importante comentar que ambos modelos resalan la importancia de los conocimientos y las creencias del docente como factores inmediatos en la toma de decisiones relacionadas con la práctica docente.

A manera de colofón de esta sección sobre el conocimiento del docente, estos modelos analizados no consideran la forma en que se hace la contextualización del contenido científico, es decir, la forma en la que el contenido disciplinar va a impactar en el contexto cotidiano de los estudiantes y lo que hace el docente para conseguir ese impacto. Como propuesta de esta investigación, se reconoce a este conocimiento de la contextualización científica como un componente más del PCK (el cual se detalla en el apartado de habilidades de pensamiento científico), que no es equivalente al conocimiento del contexto educativo general (estado de la nación, la comunidad, la escuela) o el contexto específico (este salón, estos estudiantes) (Carlsen, 1999). Además, se propone añadir una etapa más en el mecanismo de reflexión: antes de la acción; es importante conocer estas tres fases en este dominio base para plantearse preguntas generales: cómo enseñare, cómo lo estoy enseñando y cómo lo enseñe, ésto en aras de encontrar indicadores en la práctica que sirvan como precursores de un cambio en la enseñanza de la ciencia en función del tópico y el contexto en particular.

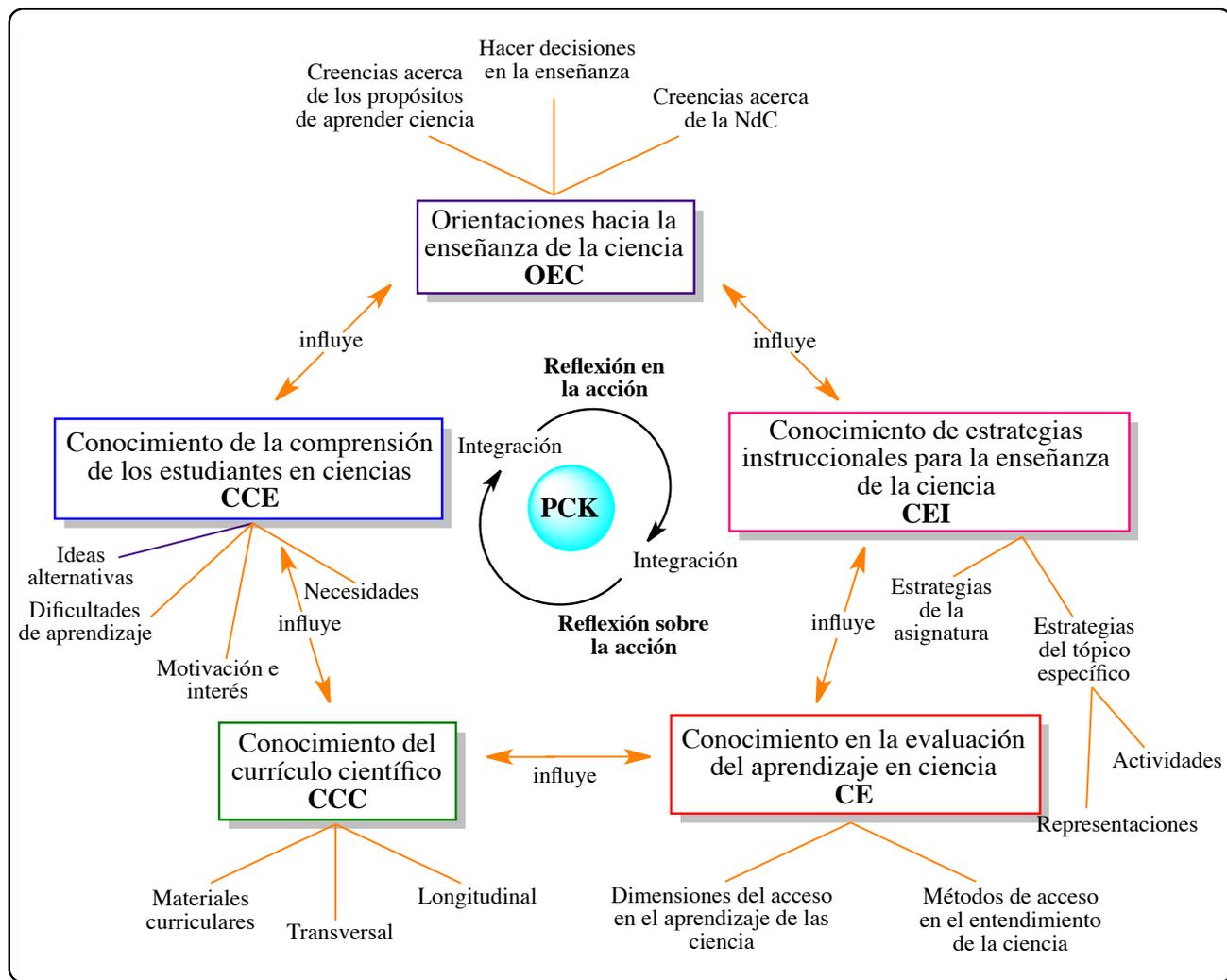


Figura 3. Modelo del PCK según Park y Chen (2012) que se caracteriza por ser cíclico y dinámico debido a las interacciones entre los dominios base.

1.3.3. *Indagación Científica en la Ciencia Escolar*

1.3.3.1 Revisión general acerca de los acuerdos de lo que es la indagación científica: Del siglo XVIII hasta nuestros días

A través del contexto en el que la indagación se ha intentado definir, caracterizar y explicitar, es necesario ver este origen desde una óptica internacional, particularmente, la cultura anglosajona.

De acuerdo al tercer diccionario internacional de Webster (1986) la indagación, *inquiry* en el idioma inglés, tiene el significado de ser “*un acto o una instancia de búsqueda de la verdad, información o conocimiento*” como sinónimos se encuentran “*estudio*” o “*investigación*” por medio de una “*duda*” o “*pregunta*”. También, como raíz existe en el inglés la palabra *inquire* que se define como “*pedir información de algo, hacer una investigación o exploración, buscar información o cuestionarse*” (Barrow, 2006).

Estas definiciones dan un rasgo general de lo que es la indagación, sin diferenciar entre la ciencia que tiene que ver con la investigación de frontera realizada por los científicos-investigadores en los diversos institutos de universidades, instituciones gubernamentales, empresas privadas, etc; y por otro lado la ciencia que está relacionada con el campo de la educación, la cual es enseñada y aprendida por docentes y alumnos, la llamada “*ciencia escolar*”. Es en este último campo definitorio, no hay un acuerdo bien establecido acerca de lo que significa la indagación en el entorno de la enseñanza de las ciencias (Martin-Hansen, 2002; Minstrell y Van Zee, 2000).

La idea de la enseñanza de la ciencia relacionada con la indagación científica tiene un larga historia. Tras el paso de los años ha habido confusión sobre el significado de la enseñanza de las ciencias a través de la indagación y las condiciones necesarias para su implementación en el aula (Bybee, 2000). Luego entonces, es necesario partir de la historia para entender de manera muy general el proceso histórico de la indagación como una orientación en la enseñanza de la ciencia.

La educación científica en el siglo XIX como detonadora en la búsqueda de un cambio

Durante la primera mitad del Siglo XIX, el currículo de la escuela en Europa y Estados Unidos estaba limitado por un sesgo total hacia la impartición de “*estudios clásicos*” pertenecientes a las matemáticas y a la gramática, fue hasta que los científicos de estos territorios comenzaron a promover la trascendencia y valor de la ciencia para contribuir en el desarrollo intelectual de las personas, es así como proponen que la ciencia sea una parte del currículo escolar (DeBoer, 2006),

detectaban ciertos rasgos propios de la ciencia como nueva asignatura diferente a las demás, ya que el entendimiento y desarrollo de la ciencia ofrecía una práctica lógica inductiva.

La génesis de la concepción sobre indagación en la educación científica: John Dewey

Formalmente, John Dewey en 1938 (Dewey, 1938), un formador de profesores de ciencia, propone la implementación de la indagación en el currículo científico perteneciente al K-12. Según Barrow (2006), Dewey percibió una situación que no compartía en la educación científica de los Estados Unidos, el hecho era que la enseñanza de las ciencias se basaba en los hallazgos científicos y no en el pensamiento científico y en la actitud de utilizar la mente como precursores para los primeros. Es así como Dewey propone que los docentes responsables de enseñar en el K-12 utilicen a la indagación como estrategia para la enseñanza de las ciencias, donde dada la época del auge del positivismo lógico, el “método científico” era el eje que Dewey proponía seguir en el aula y consistía de seis pasos:

1. Detectar situaciones desconcertantes
2. Planteamiento del problema
3. Formular una hipótesis
4. Probar la hipótesis
5. Llevar a cabo rigurosas pruebas
6. Actuar sobre la solución

Como rasgo característico de este modelo didáctico general para la enseñanza de las ciencias, Dewey recomendó que al alumno asumiera un rol activo mientras el docente fungiera como un facilitador de los conocimientos y un guía para realizar los seis pasos anteriores. Después de este primer modelo, Dewey adecúa y maneja que los docentes deben enseñarles a los alumnos de tal forma que los estudiantes aprendan que ellos mismos pueden ir “agregando” conocimientos a su conocimiento de ciencia personal por medio de la búsqueda de problemas que ellos quieran resolver para aplicarlo a fenómenos observables en la naturaleza (Barrow, 2006).

Como una modificación a su modelo didáctico, Dewey (1944) replanteó el método científico para implementar la indagación en el aula, este método constaba de: presentación del problema, formación de una hipótesis, colección de datos durante el experimento y formulación de conclusiones.

Todas las propuestas de Dewey (1938) tenían como base que los estudiantes debían resolver problemas relacionados con las experiencias propias y acordes a su capacidad intelectual, es decir, se buscaba un rol claramente activo del estudiante en cuanto a su aprendizaje en aras de buscar posibles respuestas a preguntas de índole científico sujetas a investigación.

La propuesta de Schwab

Un cambio de paradigma en la educación científica de los Estados Unidos fue a raíz del lanzamiento del Sputnik I en el año de 1957. En este año se efectuaron diversos cambios en el currículo de las distintas asignaturas del campo de las ciencias. Este nuevo paradigma consistía en enseñar y aprender las ciencias “pensando como un científico” (Barrow, 2006; De Boer, 1991) con el principal objetivo de desarrollar en los alumnos habilidades científicas individuales tales como observar, clasificar, inferir, controlar variables, etc.

Es así como Joseph Schwab (1966) recomendó que en la educación en ciencias debía ponerse énfasis en que los alumnos concibieran a la ciencia como una serie de estructuras conceptuales que son modificadas a la luz de la nueva información o nuevas evidencias científicas derivadas de la investigación en este ramo. Además, consideró que debía ser enseñada en una forma que fuera consistente con la manera actual con la que opera la ciencia, donde los docentes debían hacer uso primordialmente del laboratorio para asistir a los alumnos en el estudio de diversos tópicos científicos, adoptando un formato de indagación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Como apoyo a este trabajo en el laboratorio, recomendó la lectura por parte de los estudiantes de libros o artículos científicos relacionados con la investigación de frontera, con esto deseaba promover la discusión acerca de los problemas, datos, roles de la tecnología, interpretación de datos y conclusiones derivadas de la investigación científica en particular, Schwab llamó a este proceso “indagación sobre indagación” (Duschl y Hamilton, 1998, p.1060).

Lo interesante de las propuestas de Schwab, en cuanto a la indagación se refiere, es la descripción de dos tipos (Schwab, 1960):

- Estable: Consiste en el crecimiento del conocimiento científico
- Fluida: La invención de nuevas estructuras conceptuales que revolucionan la ciencia

Proyecto Síntesis

Al final de la década de 1970 y principios de la de 1980, la National Science Foundation llevó a cabo un proyecto que sintetizaba un conjunto de encuestas, evaluaciones y estudios de caso sobre las condiciones en las que se encontraba la educación científica en los Estados Unidos (Bybee, 2000). El análisis de estos trabajos evidenció que la comunidad de educación científica en ese país estaba usando el término indagación en una variedad de formas, donde dos grandes interpretaciones imperaban: indagación como contenido científico e indagación como una técnica para la enseñanza. Sin embargo, cuando se analizaron aquellas ideas de los docentes relacionadas con la indagación como un enfoque para la instrucción, la mayoría manifestaba que habían diversas dificultades para su implementación en el aula, tales como: problemas de manejo de grupo, dificultades en alcanzar lo que el programa de estudios les solicitaba, escases de materiales y equipo como material didáctico, riesgo de accidentes por las actividades de experimentación realizadas por los alumnos y escepticismo sobre la funcionalidad de la indagación científica en el aula (Bybee, 2000).

Proyecto 2061

De acuerdo con Bybee (2000), en 1985, James Rutherford inauguró el Proyecto 2061, el cual fue promovido por la American Association for the Advancement of Science (AAAS) en aras de reformar la educación básica, esta fue la antesala directa para la publicación de los National Research Standards en el año de 1996.

El proyecto 2061 intentaba establecer qué deberían saber y ser capaces de hacer todos los estudiantes de educación básica y media superior (el equivalente con México) al culminar esta etapa en su educación, el enfoque relacionado con la enseñanza y aprendizaje de la ciencia que imperó fue el de la indagación científica. Se resaltó la importancia de la de la naturaleza e historia de la ciencia y “hábitos de la mente”, este último incluía habilidades procedimentales como la manipulación, observación, comunicación, pensamiento crítico y valores y actitudes hacia la ciencia como contenido esencial para la educación científica de los estudiantes.

Es importante señalar que durante este proyecto se empezaron a establecer ciertas recomendaciones para la enseñanza de la ciencia en ese tiempo, donde este ejercicio docente debía ser consistente con la naturaleza de la educación científica, estas recomendaciones hacia el profesor para adoptar este enfoque fueron:

- a) Comenzar con una pregunta sobre un fenómeno en la naturaleza.
- b) Involucrar a los estudiantes en una participación activa dentro del aula
- c) Focalizar la atención en la importancia y uso de la evidencia
- d) Proveer a los estudiantes de perspectivas históricas relacionadas con el tópico científico
- e) Insistir sobre mantener una comunicación clara
- f) Usar el trabajo en equipo
- g) No separar el saber con el descubrimiento
- h) Restarle importancia a la memorización del vocabulario técnico científico

Los puntos anteriores son semejantes a la filosofía educativa que se pretende establecer en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Empero, de acuerdo al papel del docente en educación primaria con lo reportado en la literatura, éste no posee estas habilidades primero como alumno o hacedor de ciencia en el aula y por consecuencia no tiene las habilidades reflexivas, el saber de la didáctica de la ciencia y aún más importante de las llamadas “habilidades procedimentales” que son necesarias para la aplicación de estos ocho puntos para un proceso de enseñanza y aprendizaje bajo la orientación de la indagación científica.

El establecimiento de la indagación científica como un contenido por los National Science Education Standards

En la actualidad, los parámetros educativos que rigen el modelo de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en los Estados Unidos fueron promovidos por el National Research Council (NRC) a través de los National Science Education Standards (1996). Este documento está centralizado en dos puntos: lo que deben saber y ser capaces de hacer los estudiantes hasta el nivel medio superior (equivalente en México) y, qué tipo de experiencias de aprendizaje necesitan los alumnos para alcanzar la alfabetización científica; el documento reafirma la convicción de que la indagación es la herramienta didáctica central para alcanzar estos dos puntos (Bybee, 2000 y DeBoer, 2006)

Los estándares usan el término indagación con dos vertientes (Bybee, 2000):

- **Indagación como contenido:** Significa que los estudiantes deben entender sobre la indagación científica.

- **Indagación como habilidad:** Los alumnos deben desarrollar a partir de sus experiencias con la indagación científica las habilidades necesarias que están involucradas para llevar a cabo esta gran actividad.
- **Indagación como aproximación pedagógica** para la enseñanza de los contenidos científicos (lo que debe hacer el docente)

Respecto a las habilidades necesarias para hacer indagación científica en el aula, Reyes-Cárdenas (2012) retoman la Tabla 2 para definir dichas habilidades y las comprensiones adquiridas cuando se hace indagación, este contenido se muestra a continuación:

De acuerdo con la vertiente de indagación como aproximación pedagógica para la enseñanza de la ciencia, a continuación se presentan seis estándares que guían las acciones del docente respecto a esta orientación (Bybee, 2004 y Bybee, 2000):

- A. Los docentes de ciencia planean un programa de la ciencia basado en la indagación para el aprendizaje de sus estudiantes.
- B. Los docentes de ciencia guían y facilitan el aprendizaje de sus alumnos
- C. Los docentes de ciencia propician llevar a cabo la evaluación de su enseñanza y del aprendizaje de sus alumnos
- D. Los docentes de ciencia diseñan y regulan ambientes de enseñanza y aprendizaje para proveer a sus estudiantes de tiempo, espacio y fuentes de información necesarias para el aprendizaje de las ciencias
- E. Los docentes de ciencia desarrollan comunidades científicas de aprendices que reflejan el rigor intelectual que implica la indagación científica y las actitudes y valores de la ciencia en la sociedad
- F. Los docentes de ciencia participan activamente en planear y desarrollar programas científicos escolares.

Tabla 2. Relación de las habilidades de pensamiento científico necesarias para llevar a cabo un proceso de indagación científica y al mismo tiempo el contenido sobre entender a la ciencia a través de la indagación (Reyes- Cárdenas y Padilla, 2012).

Habilidades necesarias para hacer indagación científica	Comprensión acerca de la indagación
Identificar preguntas que puedan ser respondidas mediante una investigación científica	Diferentes tipos de preguntas sugieren diferentes tipo de investigaciones científicas
Diseñar y conducir investigaciones científicas	El conocimiento científico actual y su comprensión guían las investigaciones científicas
Usar herramientas y técnicas apropiadas para recabar, analizar e interpretar datos	Tecnologías utilizadas para recabar datos mejoran la precisión y permiten a los científicos analizar y cuantificar los resultados de la investigación
Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y hacer uso de modelos utilizando las pruebas obtenidas	Explicaciones científicas enfatizan las pruebas obtenidas, presentan consistencia lógica en sus argumentos y utilizan principios, modelos y teorías científicas.
Pensar crítica y lógicamente para elaborar relaciones entre las pruebas obtenidas y la explicación	La ciencia avanza a través de un escepticismo legítimo
Reconocer y analizar explicaciones y predicciones alternativas	Las investigaciones científicas, a veces, resultan nuevas ideas y fenómenos para estudiar, generan nuevos métodos o procedimientos para la investigación o desarrollan nuevas técnicas para mejorar la recolección de datos
Comunicar procedimientos y explicaciones científicas	
Usar matemáticas en todos los aspectos de la indagación	Las matemáticas son importantes en todos los aspectos de la indagación

Para profundizar un poco más en esta arista de la indagación como aproximación pedagógica, Martin-Hansen (2002), con base en los documentos de la NRC matiza los diferentes tipos de indagación, cuatro en total, donde el parámetro de categorización es el rol del estudiante en estos cuatro grados de dicha orientación para la enseñanza y aprendizaje de la misma, en seguida la descripción de éstas:

- **Indagación abierta:** Se espera que el estudiante diseñe el protocolo de investigación, partiendo de una pregunta que guíe el procedimiento de su investigación para alcanzar una respuesta. También se incluye el planteamiento de hipótesis, análisis y comunicación de resultados por parte del alumno.
- **Indagación guiada:** Se espera que el profesor oriente al estudiante en aras de diseñar una posible solución a la pregunta de investigación que previamente le fue asignada. Los materiales pueden ser previamente seleccionados y en algunas ocasiones se les proporciona a los estudiantes una serie de cuestionamientos que les permite guiar su investigación.
- **Indagación acoplada:** Es una combinación entre la abierta y la guiada, generalmente el profesor elige la pregunta de investigación, sin embargo se le permite al estudiante tomar decisiones para alcanzar la solución o respuesta a la pregunta inicial.
- **Indagación estructurada:** Esta clase de indagación es regulada por el docente a través de un protocolo. El rol activo de los estudiantes es limitado ya que deben seguir las instrucciones.

Así que, de acuerdo con los diversos esfuerzos por definir a la indagación científica en el aula, se tiene la premisa de que el docente cuenta con cada uno de los puntos que conforman las tres vertientes para entender el fenómeno de indagación en el aula; empero, el docente de educación primaria no cuenta, debido a su formación, con el conjunto de saberes (habilidades de pensamiento científico, didácticos científicos y de la NdC) y reflexiones en la práctica para llevar a cabo esta orientación como se lo recomienda el programa de estudios de la SEP (2011).

La situación descrita en el párrafo anterior es precursora de priorizar aquellas necesidades en el conocimiento del docente que urgen construir, de modo que el docente primero aprenda de la manera más amplia, a medida de las posibilidades, lo que implica la indagación científica. A continuación una propuesta de resolución para este caso.

1.3.4. Habilidades de pensamiento científico

1.3.4.1 Qué son las habilidades de pensamiento científico, cuáles son y cómo se describen

Uno de los problemas y discusiones que se encuentra en boga en la investigación educativa en ciencias, es el hecho de propiciar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en los

alumnos a través de la instrucción. Programas de estudio de asignaturas relacionadas con la ciencia estipulan estos objetivos didácticos, pero aún más trascendente es la razón por la cual están ahí. Resulta ser que el desarrollo de la alfabetización científica en los ciudadanos, no sólo involucra la enseñanza de contenidos y aspectos teóricos en las escuelas (los cuales suelen estar alejados de la vida cotidiana de las personas), sino también las habilidades de pensamiento científico necesarias para formar ciudadanos que sean hacedores de ciencia y no sólo consumidores de ella. Esto les permitirá tener un carácter un tanto autónomo en diversos aprendizajes de tópicos científicos, además de tener la capacidad de resolver problemas complejos en su vida diaria.

Pero, ¿qué se entiende por habilidades de pensamiento científico? El pensamiento científico es definido como la aplicación de métodos y principios de la indagación científica para razonar o resolver situaciones problemáticas, e involucra las habilidades implicadas en la generación, prueba y revisión de teorías, y en el caso de un desarrollo total de habilidades, el reflejo en el proceso de adquisición y cambio de conocimiento (Zimmerman, 2007).

Estos métodos y principios de la indagación científica son reconocidos por la National Science Education Standards (NRC, 1996) en los planes y programas de estudio de ciencias en los niveles K-8. En estos dice que la indagación es *“una actividad polifacética que implica hacer observaciones, plantear preguntas, examinar libros y otras fuentes de información, para ver qué es lo ya conocido; planificar investigaciones, revisar lo conocido hoy en día a la luz de las nuevas investigaciones, utilizar instrumentos para reunir, analizar e interpretar datos, proponer respuestas, explicaciones y predicciones, y comunicar los resultados”*. Esto es un proceso en el que no basta tener conocimiento de la disciplina en sí misma, sino que va más allá, está relacionado con la naturaleza de la ciencia y con el quehacer científico.

Así que, una pregunta pertinente en este rubro es *¿el docente reconoce las habilidades de pensamiento científico y define su estrategia de enseñanza con base en el tipo de habilidad o habilidades que desea que sus estudiantes desarrollen?* En este sentido, Zimmerman (2007) hizo una revisión de las investigaciones que existen sobre el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y resalta el hecho de que los niños muestran muchos de los requisitos necesarios para desarrollar el pensamiento científico que no necesariamente se ven en los adultos. Esto es muy importante porque da indicios de la necesidad de desarrollar en los docentes *en servicio* estas

habilidades, además de la capacidad de reconocerlas. En su análisis sobre las investigaciones en este tema, Zimmerman (2007) reconoce que la forma en la que estas habilidades pueden ser promovidas está determinada por el tipo de intervención educativa y que ésta contribuirá a un mejor aprendizaje, retención y transferencia del conocimiento.

1.3.4.2 Una propuesta de un modelo de PCK con base en Gess-Newsome, Magnusson, Park y la consideración de las habilidades de pensamiento científico

Padilla (2014) propone un modelo de PCK en tres dimensiones (Figura 4), una posible analogía para visualizar la forma de este constructo es la de una montaña de 4 niveles diferentes. El primer nivel de forma octagonal es el cimiento del PCK, este conocimiento base está conformado por las habilidades de pensamiento científico (**HdPC**) que son necesarias tenga el docente (docente en servicio como *aprendiz de ciencias*) para después crear actividades didácticas para propiciar la construcción de éstas en sus alumnos dentro del aula. En función de las **HdPC** que posea el docente será la forma de esta base en su constructo, idealmente son ocho las habilidades de pensamiento que debe presentar un docente para el aprendizaje y enseñanza de las ciencias, las cuales se enumeran y describen a continuación:

Planteamiento de preguntas (FP): Esta es una de las habilidades más importantes dentro de la actividad científica ya que sin una buena pregunta no puede haber una búsqueda de respuestas. Preguntar es una habilidad que generalmente tienen los estudiantes, pero que pierden en el transcurso de su formación escolar. Chamizo e Izquierdo (2007) dicen que saber preguntar es una habilidad y saber evaluar la pregunta es una necesidad. Para ello, Chamizo (2000) propone una clasificación muy simple sobre las preguntas; primero las divide en abiertas, semicerradas y cerradas. Las primeras pueden llegar a ser tan amplias que encontrar las respuestas a veces es muy difícil (¿de qué tamaño es el universo?); las cerradas, pueden ser tan cerradas que bastaría sólo una palabra o frase para contestarla (¿cómo se define la trayectoria de sistema?); finalmente, las semicerradas o semiabiertas, son aquellas que necesariamente nos llevan a buscar las respuestas planteando diferentes propuestas.

Planteamiento de hipótesis (HP): Comúnmente, un sujeto utiliza sus saberes iniciales para predecir el comportamiento que tendrá un sistema bajo ciertas condiciones. Las experiencias que ha tenido ese sujeto pueden ser de gran ayuda para construir dicha predicción; pero ¿hay una

diferencia entre hipótesis y predicción? De acuerdo con Renner (1979), una hipótesis es generalmente basada en la intuición, es decir, una hipótesis es una creencia del sujeto como respuesta a una posible pregunta, puede ser descrita como una generalización o modelo que permite su validación; mientras que la predicción es el uso de generalizaciones o modelos validados en orden proponer el comportamiento de un sistema inmerso en un fenómeno relacionado con la ciencia.

Diseño y conducción de una investigación (DCI): Esta habilidad está directamente relacionada con el tipo de pregunta que se plantee, pero permite el desarrollo de otras habilidades científicas relacionadas, como son las habilidades y destrezas procedimentales que tienen que ver con el uso de instrumentos, materiales y equipos. Esta destreza requiere que se controlen condiciones para generar datos a la luz de la observación y experimentación, donde los datos pueden ser generados a partir de distintas fuentes como observaciones (aproximación cualitativa), medidas (aproximación cuantitativa) o ambas. En algunas condiciones, esta habilidad mantiene una estrecha relación con la capacidad de generar hipótesis, ya que si se ha analizado ciertas observaciones y/o mediciones de algún fenómeno dado, esta actividad puede desprender dos acciones del sujeto: generar una pregunta (la cual, si es de su interés, tratará de responder y/o construir una hipótesis de algún evento en lo científico (el sujeto puede llevar a cabo un experimento o investigación bibliográfica para corroborar si la hipótesis es verdadera o refutable).

Pensamiento lógico-matemático (PLM): Habilidad entendida como un estilo de pensamiento que está en función de operaciones particulares, procesos y dinámicas matemáticamente reconocibles (Burton, 1984), que no tienen que ver con el pensamiento sobre el contenido matemático.

Modelaje (MD): Si entendemos las explicaciones científicas como una construcción de modelos que ayudan a entender fenómenos naturales complejos, resulta que saber reconocer los modelos y saber modelar fenómenos es una actividad fundamental dentro del contexto de la actividad científica. Reside en la habilidad de construir una representación íntimamente relacionada, en ciertas ocasiones, con una analogía, con las diferencias con la porción de la realidad que se está representando y con los datos obtenidos a partir de la observación y/o medición de ciertas propiedades de esta porción para explicar dichas características del sistema. Luego entonces,

dentro del aula, un buen modelo construido va a ser aquel explique más sistemas de interés, extendiéndose a otras porciones de la realidad (Chamizo, 2010).

Observación (OB): Esta habilidad tiene mucho que ver con las ciencias experimentales y la capacidad de identificar sucesos que pasan en diferentes fenómenos. Algunas veces, suele ser la primera acción que realiza el sujeto para coleccionar información de cierto sistema en su entorno, está asociado a la oportunidad, que él tiene, de mirar, sentir, manipular (relacionado con la perturbación del sistema) y otras interacciones necesarias en aras de generar una descripción, lo más detallada posible, que de información del sistema observado.

Colección de datos y su representación matemática (DRM): Esta habilidad está relacionada con la de pensamiento matemático, pero aplicada a las herramientas disponibles para obtener información de una colección de datos disponibles, identificar patrones de comportamiento, reconocer variables, etc. Específicamente, se trata de la habilidad relacionada con la medición, es decir, ser capaz de definir un patrón para obtener un valor que evidencie el cuánto de cierta propiedad que nuestros sentidos puede o no percibir. Las medidas son necesarias para extender nuestros sentidos a escalas infinitesimales.

Esta habilidad también está relacionada con la interpretación de los datos. Usualmente, la interpretación de datos viene después de observar y medir (cuando se trata de una actividad experimental). Lo que se intenta hacer con esta interpretación o análisis es modelar y predecir el fenómeno asociado en función de un marco interpretativo; así que, la interpretación puede ser precursor de una idea para explicar un evento de índole científico y estas interpretaciones, junto con otras, pueden llegar a conducir a la construcción o diseño de un modelo en las ciencias que sustente aún más la explicación de cierto fenómeno.

Argumentación y comunicación (AG): Esta habilidad tiene que ver con el uso y manejo del lenguaje, pero también con la habilidad de utilizar la información para defender ideas, tomar decisiones informadas y elaborar razonamientos fundamentados. Es una operación mental interna del sujeto que puede o no ser verbalizada, se asocia a la habilidad de generar y exponer datos (pruebas o hechos) para fundamentar, demostrar y hacer creíble un constructo (conocimiento, problema, resultado, hecho, fenómeno, etc.); donde el principal objetivo es demostrar o debatir,

siempre mostrando evidencias y razonamientos lógicos coherentes, para persuadir de algo (Garriz, 2009).

El segundo peldaño de forma hexagonal está constituido por los dominios base según el modelo de PCK de Park y Chen (2012) con un conocimiento base extra, el “Conocimiento sobre la contextualización del contenido científico” (**CCxnC**). Las razones por las cuales se sugiere la introducción del dominio base **CCxnC** están orientadas hacia la aplicabilidad de los saberes científicos que posee el científico (**HdPC**, contenido, actitudes y valores) y considera son útiles en aras de que tengan un impacto en la vida cotidiana de los estudiantes. Básicamente consiste en qué sabe el docente del tópico científico en ciencias que permite aplicarlo en las situaciones de la vida diaria de un ciudadano, es decir, el sentido y trascendencia que tiene la habilidad, el concepto, la actitud y/o el valor relacionado con la ciencia, en la vida del estudiante para ser utilizado en la resolución de problemas cotidianos que se le presenten. Los subdominios que conforman al “Conocimiento sobre la contextualización del contenido científico serán explicados en el apartado de metodología para tener una descripción más detallada de éste.

La forma del tercer nivel en este modelo según Padilla (2012) es trigonal, en este estrato se encuentran las tres facetas de reflexión que se consideran son importantes en la práctica docente de un profesional de la educación, ya que es plausible le permitan reflexionar sobre los por qué, para qué y los cómo (enseñar) y, sobre todo, la autoregulación o autoevaluación en de la práctica en relación con los objetivos de aprendizaje planteados en sus modelos didácticos para la enseñanza y aprendizaje de un tópico científico en particular. De tal forma que se proponen una serie de cuestiones que es probable le ayudarán al docente a iniciar su planeación:

- Generar la reflexión antes de la acción

¿Qué consideraciones de contenido y didácticas hiciste para hacer tu planeación?

¿Por qué te parecieron importantes?

¿Cómo esperas que impacte en los estudiantes?

¿Cómo vas a motivar a los estudiantes?

¿Qué planeas hacer para evaluar a los estudiantes?

- Generar la reflexión durante la acción:

¿Cómo están funcionando las actividades diseñadas?

¿Cómo están respondiendo los alumnos ante el trabajo planeado?

¿Me están funcionando las estrategias de motivación?
Si algo no funciona ¿Qué modificaciones puedo hacer?

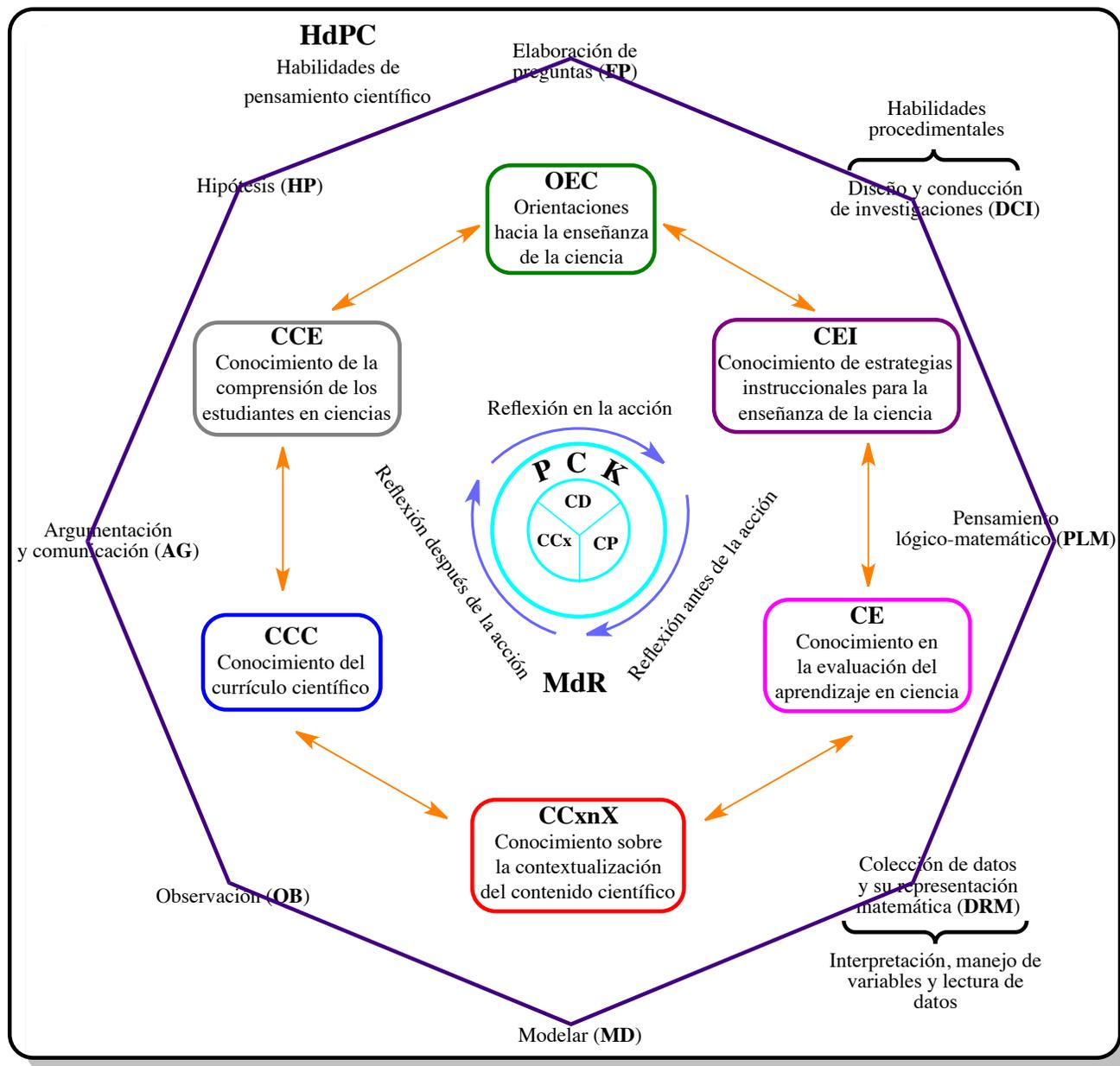


Figura 4. Propuesta de modelo de PCK cuya característica es la implementación del “Conocimiento sobre la contextualización del contenido científico” (CCxnC), la reflexión en la acción para completar el dominio base **MdR** (mecanismo de reflexión) y las habilidades de pensamiento científico (**HdPC**).

- Finalmente, para la reflexión después de la acción las preguntas a responder pueden ser:

¿Cambiarías algo de tu planeación para el tema estudiado?

¿Por qué lo harías? (razones que te llevaron a tomar la decisión)

¿Consideras que alcanzaste tus objetivos de aprendizaje?

¿Qué evidencias te llevaron a concluir eso?

La idea de plantear las preguntas es facilitar el proceso de reflexión docente el cual debe ser continuo y profundo, ir más allá de una simple reflexión, además, debe estar en función de las necesidades científicas escolares del alumno y de los conocimientos y creencias del docente. Este ejercicio, puede ser la vía para identificar problemas didácticos en el aula, para definir propósitos y clarificar qué tipo de intervención didáctica conviene realizar, con la finalidad de hacer cambios en la acción docente que permitan alcanzar los objetivos planteados. Todo este mecanismo requiere coleccionar datos derivados de la práctica docente, asumiendo una postura de investigador de la propia intervención didáctica, es decir, implementar la investigación-acción a lo largo de la vida profesional como profesor (Wilson, 2013), y para ello es necesario un proceso de formación.

El cuarto y último nivel es la transformación de todos estos conocimientos para dar el PCK que se traduce cuando un docente utiliza todos sus saberes ya comentados para hacer inteligible un tópico científico en particular a sus alumnos. Esta cima sólo se alcanza a formar cuando hay un proceso de profesionalización tal que el docente pasa de un PCK integrativo (MoI), todo los niveles están contruidos pero no están conectados para conformar la montaña de cuatro niveles, a uno tranformativo (MoT), todo los niveles están conectados para hacer una a una las capas de conocimientos base que conforman la punta de la estructura: el PCK.

Una consideración importante dentro de la estructura de este modelo de PCK (Padilla, 2014) son las relaciones que existen entre dominios base. Por un lado están las **intrarrelaciones** que es cuando dos o más dominios base de un mismo nivel interaccionan entre si y, en el otro caso, las **interrelaciones** que se caracterizan cuando hay cierta vinculación entre conocimientos base de distintos niveles. Luego entonces, si se conciben varias interacciones tanto intra como inter, el modelo resultante es el de una red **en y entre** cada uno de los dominios de los cuatro niveles explicitados.

Para adentrarse en este proceso de profesionalización, particularmente sobre el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, no siempre tiene que ver con el conocer un contenido

científico, ya que a veces es posible sólo memorizar datos y conceptos que pueden llegar a ser reproducidos en el aula sin llegar a comprender los conceptos y fenómenos. Por ello, resulta de vital importancia que los docentes *en servicio* bajo un programa profesionalizante al mismo tiempo que aprenden el contenido disciplinar, aprendan a reconocer cuándo están desarrollando habilidades de pensamiento científico. Esta idea es fundamental porque ¿es posible que un docente enseñe algo que no sabe? la respuesta a esta pregunta es, seguramente no, y mucho menos si no se requiere la memorización.

Sin embargo, diversos investigadores han reportado las dificultades que presentan los docentes de educación básica para desarrollar y evaluar actividades que generen habilidades de pensamiento científico (Loughran, 2007; Counsell, 2011; Hanuscin, Lee y Akerson, 2010). De hecho, Counsell (2011) comenta que se espera que los docentes diseñen e implementen oportunidades para que los alumnos hagan experimentos y desarrollen, además de conocimientos, habilidades de pensamiento científico. Por ello se vuelve fundamental que el diseño de proyectos con objetivos de profesionalización para maestros de ciencias fomente la creatividad y el desarrollo de habilidades de pensamiento científico.

Desde una perspectiva propia de este proyecto de investigación, la enseñanza de las ciencias en la educación básica (primaria y secundaria) debería ser sólo un pretexto para fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, ya que esto le permitirá al estudiante aprender a ser en mayor o menor grado autónomo, a buscar sus propias respuestas, a ser analítico, le permitirá razonar y dar argumentos fundamentados, además de la capacidad de desenvolverse en cualquier área del conocimiento, sea o no científica. Para ello, Loughran (2007) sugiere que para conseguir que los docentes alcancen los objetivos que les pide el currículo es importante que ellos mismo se vuelvan aprendices, en el sentido más estricto del término. Es decir, que los docentes de ciencias se vuelvan **aprendices de ciencias**. De tal forma que puedan desarrollarse en tres dimensiones: i) científica, ii) profesional, iii) personal. Así mismo, se busca que sean más reflexivos y que los contenidos disciplinares relacionados con las ciencias no sean una limitante para alcanzar los objetivos de aprendizaje.

Así pues, se ha planteado la aplicación de un Taller para la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias a través de la Indagación que, de entrada, tenga una buena proporción en el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, en segundo plano conocimiento pedagógico (el enfoque

de indagación como uno de los modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias y el diseño y utilización de modelos en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia), contenido científico y conocimiento de diferentes contextos a los que se puede enfrentar, es decir aspectos históricos, políticos y sociales del país. De esta forma se tendrá lo que Gess-Newsome (1999) llama PCK integrativo para los docentes que se encuentren en tales condiciones o un PCK un tanto transformativo, en el cual el docente debe aprender a enriquecer su PCK con base en la reflexión de su práctica docente y, en función de sus creencias y actitudes hacia el aprendizaje y enseñanza de las ciencias, encontrar áreas de oportunidades para cambiar su práctica docente. Luego entonces, en el proceso, se deben dar las condiciones para que este MoI se reconstituya hacia un PCK transformativo, o en el otro caso planteado que el MoT parcial que posee el docente se vea enriquecido dada la condición de profesionalización. De tal forma que durante el proceso se fomente la reflexión, el análisis, y el desarrollo consciente de habilidades de pensamiento. Asegurando que el docente *en servicio* se apropie de diversas habilidades de pensamiento científico en aras de reconocer aquellos conocimientos y orientaciones que le permitirán desarrollar en los alumnos estas habilidades de pensamiento científico, es decir, reconocer qué orientación, con qué contenido y qué estrategias le permitirán desarrollar estas habilidades al estudiante. De tal forma que podamos aspirar a tener más y mejores docentes, que enseñen a pensar de manera que el alumnado aprenda (Nickerson y otros, 1988).

Capítulo 2

Metodología

Capítulo 2. Metodología

2.1. Pregunta de Investigación

Acorde al contexto de la enseñanza de las ciencias en la educación básica en México, con los lineamientos base derivados de la RIEB 2003, 2006 y 2011 y, los principios pedagógicos ubicados en el programa de estudios, además de las guías para el maestro (SEP, 2011), donde el enfoque de indagación científica es recomendado como un modelo didáctico pertinente para la enseñanza de las ciencias y con el fin de desarrollar en los alumnos las competencias para la vida (conjunto de saberes, habilidades de pensamiento, actitudes y valores), es necesario hacer consciente al docente de la importancia sobre asumir una postura de **aprendiz** de las ciencias a través de la indagación, esto como punto de partida.

Con este nuevo rumbo como hacedor científico y profesional motivado en la enseñanza de las ciencias, es posible que el docente pueda identificar las actividades, conceptos y contextos adecuados que permitan construir un conjunto de habilidades docentes en la enseñanza de las ciencias, para después ir gradualmente aprendiendo a mejorar el cómo enseñar las ciencias.

Con este sustento, las preguntas que guían este proyecto de tesis son:

- **¿Cuáles y cómo se relacionan los conocimientos base iniciales del PCK de la docente de educación primaria?**
- **¿Qué indicadores, en el PCK y a lo largo del TAECI, muestran un cambio en la enseñanza de las ciencias naturales a través de la indagación en una docente de educación primaria?**

Por medio del diseño y aplicación de un Taller de Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias a través de la Indagación, se espera dar respuesta a la pregunta en función de los resultados obtenidos y el análisis adecuado de los mismos.

Así que, con base en el aprendizaje de las ciencias a través de la indagación y de la reflexión del profesor tanto en su rol como aprendiz de ciencias como en su práctica docente, es congruente plantear que esta nueva condición posiblemente será precursora de un cambio en su práctica docente, esto le permitirá diseñar e implementar estrategias didácticas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias que propicien el desarrollo del saber (contenido), del saber hacer (habilidades de pensamiento científico) y del saber ser (actitudes y valores propios de las ciencias naturales).

2.2. *Objetivos del proyecto de tesis*

Objetivo General

- Analizar la repercusión que tiene el Taller de Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias a través de la Indagación (TAECI) en la práctica docente de una profesora de educación básica.

Objetivos Particulares

- Explorar el conocimiento que tiene la docente acerca de lo que es la indagación científica y cómo llevarla al aula.
- Implementar el Taller de Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias a través de la Indagación para un número específico de docentes de educación primaria incluida la docente de estudio.
- Investigar en distintas etapas del TAECI si existe un cambio en la práctica docente de la profesora.
- Proponer con base en los resultados y análisis de los mismos, posibles futuras áreas de investigación derivadas de este proyecto.

2.3 *¿Qué es el TAECI?*

Como base del presente trabajo de tesis se encuentra el macroproyecto del TAECI, el cual es necesario definir, fundamentar, describir y explicar para comprender este estudio como una derivación del taller.

El Taller de Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias a través de la Indagación, por sus siglas TAECI, fue un macroproyecto orientado hacia el intento de resolver el poco significado en la práctica que tiene para el docente y por ende para el alumno, el enseñar y aprender ciencias en la educación básica, específicamente la educación primaria. Como se ha venido planteando a lo largo del marco teórico de este trabajo de tesis, es plausible proponer que a través de que el docente asuma un rol como *aprendiz en ciencias* durante una etapa de profesionalización, participando en el TAECI, alcance las herramientas (reflexión de su práctica docente, habilidades de pensamiento científico, enfoques pertinentes en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y

conocimiento de la disciplina) para mejorar su práctica docente por medio de recorrer un camino de cambio de un PCK integrativo a uno transformativo.

La responsable en el diseño y manejo del TAECI fue la Dra. Kira Padilla Martínez, los alumnos-colaboradores que participaron en cada una de las sesiones del taller bajo su asesoría asumieron un rol activo a lo largo de este proyecto. Los estudiantes que conformaron el equipo TAECI junto con la Dra. Padilla fueron:

1. Alma Rosa Vázquez Montes - Licenciada en Biología por la Universidad Nacional Autónoma de México, actualmente es alumna de cuarto semestre del programa del Posgrado de la UNAM cursando la maestría en Pedagogía, en el campus CU, en la Facultad de Filosofía y Letras.
2. Eduardo Adrián Lara Mendoza – Estudiante de licenciatura de Química de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es pasante de tesis para obtener el título de licenciado en Química.
3. **Raúl Orduña Picón** – Licenciado en Química por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Pasante de tesis de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) en la disciplina de Química, en el campus CU, en la Facultad de Química.

El taller se llevó a cabo durante el periodo de Agosto del 2012 a Febrero del 2014, teniendo una duración aproximada de 18 meses con 24 sesiones totales. En cuanto a la frecuencia de las clases del TAECI regularmente se llevaron a cabo dos veces al mes, teniendo una duración aproximada de 180 minutos. En una primera etapa, las sesiones fueron los días sábado dentro del horario de 10:00 a 13:00 horas, pero por imposición de la SEP, algunos docentes tuvieron que inscribirse y asistir a cursos obligatorios que coincidieron con el día y la hora que se realizaba el TAECI. Se decidió hacer un cambio en el horario, quedando los días sábados pero en un turno vespertino; de 15:00 a 18:00 horas. Al percibir lo difícil que era para los docentes el tomar dos cursos de larga duración durante el mismo día, se tomó la decisión de modificar de nueva cuenta la hora y también el día, desarrollando el taller los días domingo de 11:00 a 14:00 horas. Así que, lo anterior ilustra que siempre se trató de mantener una flexibilidad de horarios para privilegiar a los

docentes participantes del TAECI, ésto para que asistieran con la mejor disposición y bajo un ambiente favorable de estudio.

Los lugares donde se llevaron a cabo las sesiones del TAECI fueron escuelas de educación primaria de la zona metropolitana de Tlalnepanltla de Baz correspondiente a la zona escolar X. Fueron dos escuelas que funcionaron como cedes para desarrollar este proyecto:

- ❖ Escuela Primaria República de Argentina
- ❖ Escuela Primaria Club de Leones

A pesar de ser una zona desfavorecida del área metropolitana de la Ciudad de México, tanto la escuela primaria República de Argentina como la Club de Leones cuentan con las instalaciones mínimas necesarias para impartir y recibir clases, es decir, salones de concreto, con techo, luz eléctrica, sistema de drenaje, internet, etc. Dentro del salón de clases en el que se llevó a cabo el TAECI se contó con bancas y sillas de sobra para trabajar, además de la disponibilidad de una computadora de escritorio y proyector que funcionaron como material didáctico en algunas sesiones del taller, así como un pizarrón blanco como apoyo para el TAECI.

2.4 Forma de trabajo del equipo TAECI

Una semana antes de las sesiones del TAECI, el equipo se reunía dos días de esa semana para llevar a cabo la discusión de acuerdo con la experiencia de la sesión anterior y la planeación de la próxima en cuestión. Los puntos que se tocaban eran varios, se comentaban las impresiones de los integrantes del TAECI sobre el desempeño de los docentes participantes en este taller, enfatizando estas percepciones hacia su rol como *aprendices de ciencias*, es decir, los indicadores sobre el progreso o áreas posibles a trabajar de los profesores para potencializar o propiciar una posible mejora en su aprendizaje de las ciencias y por consecuencia la enseñanza de la misma. También, se hacía una crítica constructiva acerca de la funcionalidad de las estrategias implementadas en la última sesión y también las mejoras necesarias para las futuras planeaciones en ese entonces.

En cuanto al contenido del taller, las sesiones fueron diseñadas tomando en cuenta el programa de estudios 2011 de la SEP, considerando los temas pertinentes a enseñar en el TAECI. Generalmente, la Dra. Padilla elegía el tema central de las sesiones y los alumnos-colaboradores diseñaban actividades didácticas idóneas para construir este gran tema central, además de dar

ideas acerca de los materiales didácticos que podían ser utilizados para cada uno de estos temas. Luego entonces, se construía un bosquejo o esqueleto de las sesiones por escrito y se priorizaban aquellas actividades que desde el punto de vista del equipo TAECI eran pertinentes para desarrollar en clase. A continuación en la Tabla 3 se muestran los temas centrales impartidos durante el TAECI:

Tabla 3. Temática de cada una de las sesiones del TAECI perteneciente a la etapa <i>aprendiz de ciencias</i> de los docentes participantes.	
Sesión	Tema
01	Introducción al Taller y cuestionario inicial
02	¿Cómo hacer preguntas?
03	Densidad
04	Representaciones
05	Modelando los pulmones
06	Movimiento
07	Modelos (caja negra)
08	Noción de fuerza
09	La célula
10	ADN
11	Noción de energía

2.4 Ejemplo de una sesión TAECI

Como ejemplo del resultado de las discusiones del equipo TAECI y de la asesoría por parte de la Dra. Kira se ilustran las siguientes actividades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de un tema de la física: movimiento y fuerza, éstas fueron aplicadas en la clase correspondiente a este tópico central de la educación primaria. La siguiente guía de clase fue entregada a cada uno de los participantes del taller para que llevaran a cabo las actividades explicitadas, se les pidió contestaran de manera individual para después discutir sus respuestas en equipo y que construyeran una sola; por último se hizo el cierre de ideas de manera grupal para llegar a acuerdos en el tema.

De modo general, esta serie de actividades didácticas trataron de propiciar en los *aprendices en ciencias* las habilidades de pensamiento científico (**HdPC**) de observar (**OB**), modelar (**MD**), argumentar (**AG**) y formular preguntas (**FP**). Como muestran las indicaciones, para cada uno de los casos planteados en la guía de clase se intentó representaran, de forma pictórica y en función de sus observaciones, un modelo (diagrama de cuerpo libre – diagrama de fuerzas) que les apoyara en la construcción de una posible explicación de lo que ocurrió, propiciando también que durante estos ejercicios formularan preguntas antes, durante y después de llevarlos a cabo.

En la actividad número uno se pretendió que por medio de sus sentidos los alumnos del TAECI concibieran el juego de fuerzas en una sola dimensión, omitiendo por ese momento el peso (\vec{w}) y la fuerza normal (\vec{N}). Una de las posibles formas para dar respuesta a este caso consistía en que ubicaran el sistema en un plano cartesiano e involucraran dos fuerzas en el eje de las abscisas, representando éstas como vectores en el plano cartesiano. Tomando en cuenta el caso cuando un equipo jala con más “intensidad” y por consecuencia triunfa, esto se puede explicarse concibiendo una mayor magnitud del vector fuerza del equipo triunfador comparándola con la de su contrincante. Luego entonces, el involucrar magnitudes de los vectores fuerza por parte de alumnos TAECI implicaba pensar en el empate como un caso plausible, donde las magnitudes de los vectores fuerza de los equipos involucrados serían las mismas.

Pensando en el mismo marco explicativo de la primera actividad, en la segunda se podría concebir los vectores fuerza involucrados en el eje de las ordenadas. Cuando la cubeta está en el suelo, el sistema está en reposo, la magnitud de $|\vec{w}|$ y $|\vec{N}|$ son iguales, en el momento en que los

alumnos del TAECI jalaran la cuerda como parte de la polea habría una contribución de fuerza en el eje de las ordenadas en el mismo sentido de la fuerza \vec{N} y con su misma dirección. Ésta contribución haría, siempre y cuando el *aprendiz de ciencias* sea lo bastante “fuerte”, que la cubeta se levante, por lo que la suma de los vectores ya no era cero sino mayor, por lo que la magnitud de la $|\vec{F}_1| (|\vec{N}| + |\vec{F}_{aprendiz}|)$ era mayor a $\vec{F}_2 (|\vec{w}|)$.

Movimiento y Fuerza

En esta ocasión trabajaremos la mayor parte del tiempo en el patio, requeriremos la ayuda de nuestros sentidos, nuestros músculos y sobre todo de nuestra condición física. En cada caso o actividad planteada, formula TODAS las preguntas que se te ocurran de acuerdo con la actividad. También, contesta las cuestiones que se te plantean antes y después de llevar a cabo la actividad:

Actividad 1: El juego de la cuerda

Colóquense en equipos de igual número de personas uno en cada extremo de la cuerda y jalen.

1. Cuando tu equipo y el contrario empiezan a “jalar”, describe ¿qué es lo que sientes?, elabora un dibujo que describa tu experiencia y redacta tu ilustración para explicarla.
2. ¿Qué es lo que se necesita para que un equipo sea el ganador? Ilustra y explica
3. ¿Podría haber un empate en este juego o es imposible este caso? Dibuja y explica porqué si o porqué no.

Actividad 2: Polea

El reto será levantar la cubeta con la ayuda de una polea.

1. Si pudiste levantar la cubeta ¿qué es lo que sientes? Dibuja y explica
2. Esta vez tienes un “rival” distinto ¿de quién se trata? Dibuja y redacta una explicación
3. Habrá quien no pueda levantar la cubeta ¿por qué? Ilustra y explica.

Actividad 3: A jalones y estirones

Cada miembro del equipo tomará un extremo del sistema de cuerdas y jalará.

Con base en el juego realizado describe:

1. Si fueras el nudo que se encuentra en el sistema de cuerdas ¿qué sentirías? Ilustra y da una explicación.
2. En este juego ¿qué puede ocurrir? Piensa en todas las posibilidades.

Por último, la tercera actividad fue basada sobre propiciar en los alumnos del TAECI una representación del sistema de cuerdas por medio de un diagrama de fuerzas que involucrara diversos vectores con magnitudes, direcciones y sentidos distintos. El caso era tomar en cuenta que una fuerza no sólo afectaba a la fuerza con dirección y sentido opuesto, sino a todas las que

conformaban el sistema de cuerdas, por lo que afectar al nudo era bastante complicado, ya que había fuerzas que contrarrestaban a la otra y así sucesivamente.

2.5 Trabajo de tesis: ¿cómo se hizo y se caracteriza el presente estudio?

De acuerdo con el planteamiento del problema y la pregunta de investigación del presente trabajo de tesis, el enfoque metodológico general para dar respuesta a este conflicto corresponde a un estudio cualitativo. Wilson (2009) concibe una serie de ideas características de este enfoque dentro del área de la investigación educativa y corresponde a:

“Un estudio en el cual se explora profundamente un fenómeno pudiendo ser creencias de personas, supuestos, comprensiones, opiniones, actitudes, interacciones u otras fuentes potenciales que den evidencia acerca del proceso de enseñanza y/o aprendizaje”.

Con base en la definición anterior, en este trabajo de tesis la persona de estudio es una docente de educación primaria. Siendo el interés principal, el obtener evidencias por medio de la exploración profunda, que indiquen conocimientos, habilidades y reflexiones que posee e involucra cuando lleva a cabo el fenómeno de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

Un rasgo principal en el estudio de esta clase de fenómenos es que éste depende del proceso de interpretación usado en la investigación. En esta tesis, las “acciones didácticas” que lleva a cabo la docente, sus nociones acerca de lo que es la ciencia, la importancia de su enseñanza y aprendizaje en la educación básica y los mecanismos de reflexión que realiza sobre su práctica docente fueron interpretadas en aras de caracterizar cada uno de sus conocimientos base para construir su propio perfil de PCK con base en el modelo de Padilla (2014). Estas evidencias fueron tanto en el nivel discursivo (qué es lo que dice que hace), como en el nivel práctico (qué es lo que hace) en cuanto a la práctica docente se refiere; las cuales fueron obtenidas a lo largo de distintas etapas del TAECI. Los fundamentos y marcos de interpretación se explicarán más adelante.

Derivado de este enfoque cualitativo, Wilson (2009) propone dos categorías para clasificar este tipo de estudios: la observacional y la introspectiva. La primera consiste en investigar fenómenos que ocurren bajo condiciones “naturales”, es decir, del día a día, un ejemplo de esta categoría es examinar aspectos de interés de una o varias prácticas docentes de uno o varios docentes; en el presente proyecto sólo se trata de una docente.

La investigación introspectiva se refiere al análisis sobre cómo un individuo o grupo de personas dan sentido o conceptualizan un fenómeno relacionado con la enseñanza y/o el aprendizaje. En este tipo de investigación hay dos clases de evidencia: la introspección verbalizada por el informante (forma explícita) y la introspección por interpretación de un sujeto externo sobre la interacción del individuo o grupo de personas con el fenómeno en cuestión (forma implícita).

Con base en lo anterior, el interés de este trabajo fue manejar tanto el enfoque observacional como el introspectivo. El primero a través de observar la etapa como *aprendiz de ciencias* de la docente de educación primaria durante la sesiones del TAECI, para después observar varias prácticas docentes relacionadas con la enseñanza de las ciencias naturales; siendo las distintas “acciones didácticas” a este nivel práctico un posible indicador de lo aprendido y reflexionado en su etapa como *aprendiz* en el TAECI. También, puede ser una evidencia del posible inicio del camino transitivo de un PCK integrativo (MoI) a uno transformativo (MoT), es decir, de acuerdo a las condiciones de profesionalización es plausible que la profesora empiece a “amalgamar” sus conocimientos base para ir poco a poco construyendo su PCK transformativo.

En cuanto al carácter introspectivo, se tuvo el principal interés en examinar en la docente los siguientes aspectos:

- Conocimientos base que conforman el PCK de la profesora de educación básica y sus posibles cambios durante la etapa del TAECI.
- El aprendizaje (tanto a nivel profesional, científico y personal) que construyó a través de su rol como *aprendiz en ciencias*.
- El mecanismo de reflexión involucrado en su práctica docente relacionada con las ciencias.

Luego entonces, la exploración introspectiva consistió en la manifestación explícita por parte de la profesora de educación básica sobre un conjunto de “acciones didácticas”, reflexiones, consideraciones y saberes en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en este nivel básico, donde los instrumentos específicos serán señalados más adelante.

Respecto a la forma implícita fue necesario asociar los comentarios en lo discursivo y las acciones en lo práctico por medio de la interpretación en función de un marco de análisis (códigos) para detectar y caracterizar los dominios base del PCK de la profesora.

Tendiendo hacia un grado de especificidad en la metodología de investigación, evidenciado en los párrafos anteriores, este proyecto de tesis se basó en un estudio de caso simple, siendo el sujeto una docente de educación primaria. Con fines de mantener su anonimato, se utilizó el pseudónimo de **Valentina**, el perfil y características generales de esta profesora serán señalados en la sección de la muestra de este capítulo.

Tomando en cuenta que el presente trabajo de tesis es un estudio de caso, Thomas (2011) propone fragmentar una investigación de este tipo con base en el tema, propósito, aproximación y proceso, en aras de favorecer la particularización de esta clase de estudios, por lo que estos aspectos fueron considerados para catalogar el presente estudio de caso:

Por el tema

Se trata de un estudio de **caso clave**, esto se refiere a que la maestra es un buen ejemplo de los profesores participantes en el TAECI, ya que implicó un gran reto en cuanto a la profesionalización se refiere. Esta etapa consistió en propiciar, a través del taller, una posible modificación gradual en su PCK, es decir, un impacto o repercusión traducido en un posible cambio en su práctica docente. Este reto presentaba cierta complejidad debido a la vasta experiencia como docente de Valentina, luego entonces, se convirtió en un parámetro clave y pertinente para evaluar lo impartido en el taller.

Por el propósito

Se relaciona con objetivos de índole **instrumental**, **evaluativo** y **explicativo**. Es un objetivo **instrumental**, ya que el estudio tuvo la intención de funcionar como una herramienta para determinar el posible cambio en la práctica docente de Valentina a través de su rol como *aprendiz de ciencias* y la aplicación de sus aprendizajes en el aula en el momento de construir procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias.

Evaluativo porque a partir de lo aprendido por ella en el TAECI y por medio de su reflexión sobre su práctica docente se esperaba un cambio en su enseñanza de las ciencias por las modificaciones y posible inicio del “amalgamiento” de sus conocimientos base que conforman su PCK, todo esto posiblemente como resultado de su reflexión, de su aprendizaje inicial de la didáctica de las ciencias y de ciertos aprendizajes en el plano del contenido disciplinar. Además, este rasgo evaluativo se vincula con la exploración inicial y general de ciertos dominios base del

PCK de Valentina, y además, del monitoreo de los posibles cambios en distintas etapas de la investigación (etapa inicial, intermedia y de cierre) a través de distintos instrumentos para generar las evidencias necesarias para detectar y caracterizar modificaciones.

La característica de ser un estudio **explicativo** se debe a que, por medio de los datos colectados y la interpretación de los mismos, se establecieron relaciones o asociaciones de éstos con los dominios base del PCK de Valentina; teniendo siempre presente la construcción del perfil de su PCK en función de los cambios manifestados en las distintas etapas del proyecto. Con esto se pretendió llegar a una explicación lógica, coherente y consistente sobre el cómo es que se dio un posible cambio en la enseñanza de las ciencias por parte de Valentina.

Por la aproximación

Corresponde a un estudio de caso **interpretativo**, esto se justifica con el establecimiento de relaciones a partir de los datos colectados con los posibles conocimientos base que conforman el PCK de Valentina. Se intentó describir la posible transición de un PCK integrativo a uno transformativo. La generación de un sistema de códigos que facilitaran la interpretación y la explicación del posible cambio en la forma de enseñar ciencias por parte de Valentina fue la idea central de la aproximación, la cual se especificará mas adelante.

Por el proceso

Se eligió llevar a cabo un **estudio de caso simple**, donde Valentina, profesora de educación primaria, fue el sujeto de esta investigación. Se concibe al presente estudio como **diacrónico**, ya que la principal característica fue mostrar cambios en su práctica docente y la reflexión que llevaba a cabo de la misma, esto a través del paso del tiempo, es decir, se monitorearon las posibles modificaciones en la enseñanza de las ciencias por parte de Valentina en distintas etapas del proyecto, siempre intentando ilustrar la posible reestructuración y amalgamamiento de sus conocimientos base que conforman su PCK. Se realizó un estudio basado en la fragmentación para la colección de datos durante distintas etapas del taller, con la finalidad de contrastar los distintos perfiles parciales del PCK de Valentina en cada una de estas secciones, intentando caracterizar el principio de su camino de un PCK integrativo a uno transformativo.

2.6 Perfil de Valentina

Valentina es una maestra normalista que cuenta con una segunda carrera: licenciada en Psicología, siendo la primera profesión la que ejerce desde el principio. El nivel que ha impartido a lo largo de su carrera magisterial es el básico, donde ha incursionado en la enseñanza de la educación primaria y secundaria acumulando 30 años de experiencia de los 56 años que tiene de edad.

Una característica muy importante para la elección de Valentina como estudio de caso fue su amplio gusto por la ciencia y su disposición por aprender. Probablemente, sus años de experiencia como profesora indicarían la renuencia por mejorar su práctica docente, ya que por su vasto conocimiento en la enseñanza y el aprendizaje de todas las asignaturas que se imparten en la educación primaria. El pensar en profesionalizarse, innovar y mejorar en el aprendizaje y por ende enseñanza de las ciencias en particular es un esfuerzo que no todos están dispuestos a realizar. Caso contrario es la docente de estudio, una profesora comprometida, profesional y sobre todo que ejerce la autocrítica para detectar sus debilidades y buscar posibles áreas de trabajo para aumentar aún más las muchas de sus fortalezas.

2.7 Instrumentos para la colección de datos

Con base en la intención de obtener evidencias del conocimiento (qué sé), intereses (qué pretendo), responsabilidades (qué hago) y mecanismos de reflexión (cómo funcionará, cómo está funcionando y cómo funcionó) acerca de la enseñanza de la ciencia por parte de Valentina y además de esto definen su PCK, se utilizaron diversos instrumentos para la colección de datos. Estos instrumentos en el presente estudio son catalogados en introspectivos y observacionales.

Los instrumentos introspectivos permitieron generar datos a partir de la verbalización de la docente sobre los conocimientos esenciales para enseñar ciencias naturales, la importancia de la enseñanza y aprendizaje de esta disciplina y el mecanismo de reflexión (antes, en y después de la acción) sobre este quehacer. De modo general, los instrumentos introspectivos están relacionados con los cuestionarios y entrevistas.

Los instrumentos observacionales son aquellos en los que es posible evidenciar qué acciones didácticas realiza el docente en el salón de clase para la enseñanza de las ciencias naturales o qué tipo de rol cómo *aprendiz* asumió en su etapa de profesionalización para aprender ciencias y para

aprender a enseñar ciencias. Estas dos etapas fueron observadas bajo condiciones “reales” o “naturales” de acuerdo con el ambiente en el aula. Un ejemplo de este instrumento es la observación, videograbación y su respectiva transcripción de una práctica docente sobre la enseñanza de las ciencias o de una sesión de su etapa como *aprendiz* en el TAECI.

A continuación, se ilustra en el Esquema 1 la distribución de cada uno de los instrumentos para la colección de datos utilizados en el presente proyecto de tesis y, después, se especifican sus características principales con fines descriptivos y predictivos (referente a las sendas respuestas de Valentina) en aras de explorar los dominios base del PCK de la maestra.

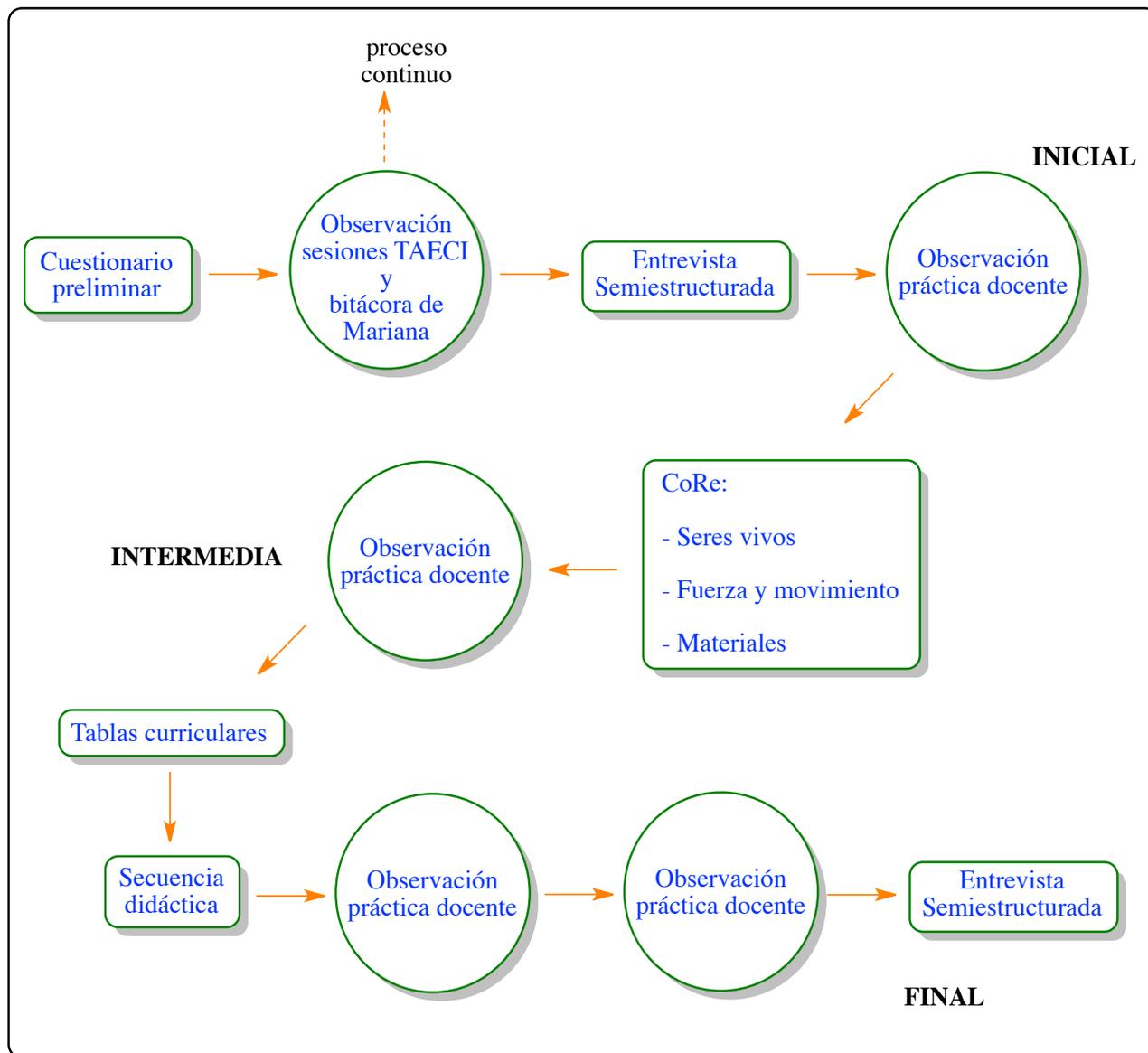
2.7.1 Etapa inicial

1. Primer cuestionario (ver Anexo I)

Este instrumento fue aplicado a Valentina antes de iniciar el taller, el propósito primordial fue coleccionar evidencias preliminares o iniciales para conocer de una manera muy superficial algunos conocimientos base de su PCK y las intra e interrelaciones entre éstos en ese momento.

Tomando en cuenta la posible funcionalidad de la pregunta para explicitar ciertos conocimientos base del PCK de Valentina, este cuestionario se clasifica en bloques, donde el sentido de esta categorización es ilustrar la causalidad de cada una de estas preguntas. El parámetro de clasificación sólo hace referencia al dominio base mayoritario que se esperaba fuera explicitado en las declaraciones de la docente, pero esto no significa que sólo se esperaba un posible conocimiento base en la respuesta, sino que a la luz de los resultados es cuando resulta evidente la combinación o mezcla de dominios base en su respuesta. Es importante mencionar estas especificidades en los instrumentos para llevar a cabo un contraste con los resultados que estos arrojaron.

A continuación se detallan cada uno de los bloques en los que fue dividido el cuestionario que recién se mencionó, cada uno de estos bloques tiene el propósito de documentar, capturar y representar los dominios base de **HdPC**, **OEC**, **CCE**, **CEI**, **CCC**, **CE**, **CCxnC** y **MdR** posiblemente presentes en su PCK (Figura 4) para establecer su existencia y el tipo de relación que presentan en el constructo. También se explicitan los subdominios que conforman a los conocimientos base que constituyen el modelo de PCK de Padilla (2014):



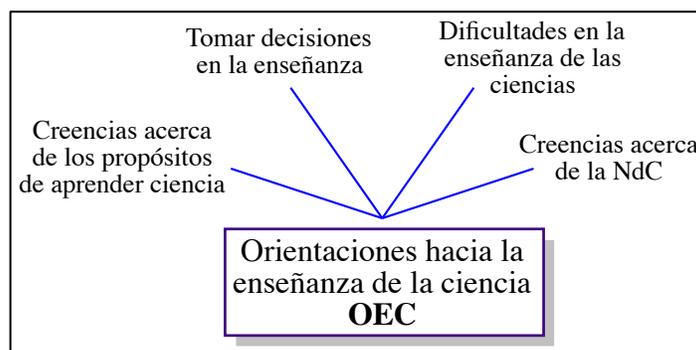
Esquema 1. Secuencia de tres etapas (inicial, intermedia, final) de los instrumentos para la colección de datos utilizados en este estudio de caso.

Primer bloque

- Para ti ¿qué es la ciencia?
- ¿Por qué consideras que es importante enseñar ciencias en la educación básica?
- ¿Qué enfoques utilizas cuando impartes las clases de ciencias?
- ¿Qué entiendes por indagación?
- ¿Cuáles consideras las mayores dificultades a las que te enfrentas cuando enseñas ciencias?

Este bloque se caracteriza por tener preguntas dirigidas hacia la colección de datos relacionados con el dominio base de las **“Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia (OEC)”**, el cual se ilustra en el Esquema 2. Un enfoque utilizado en el TAECI para la enseñanza de las ciencias fue la indagación, luego entonces el propósito fue que Valentina aprendiera algunos temas científicos a través de la indagación científica y que pudiera aplicar este enfoque en el aula, es decir, hacer de este “nuevo conocimiento” parte de su dominio base perteneciente al **OEC** y con esto enriquecer su PCK. Esta pregunta tuvo un sentido importante en el monitoreo de un posible cambio en la noción de la indagación científica por parte de la docente y para la determinación de uno de los probables impactos del taller.

La última pregunta relacionada con este primer bloque resulta ser que no tiene una ubicación exacta en el modelo de PCK de investigaciones recientes, así que, se propone que el conocimiento evidenciado a partir de la respuesta a esta cuestión se ubique en el dominio base de esta categoría, OEC.



Esquema 2. Dominio base correspondiente a OEC con sus cuatro subdominios involucrados.

Segundo bloque

- En las clases de ciencias ¿fomentas el trabajo colaborativo? Si la respuesta es sí, describe cómo lo haces; si tu respuesta es no, explica las razones por las cuales no lo haces
- ¿Qué haces para que los estudiantes se sientan motivados en aprender ciencias?

El segundo bloque está asociado con una posible exploración sobre las estrategias didácticas que la docente conoce para enseñar ciencias, de manera particular, una pregunta es dirigida a si Valentina utiliza o no el trabajo colaborativo en el aula. Por lo tanto, esta pregunta está orientada hacia la exploración del conocimiento base que corresponde al **“Conocimiento de estrategias**

para la enseñanza de las ciencias (CEI)”. También, se encuentra otra pregunta acerca de las acciones que realiza la docente para propiciar el interés y la motivación en los estudiantes, la cual posee, de igual forma un sesgo hacia el dominio base CEI.

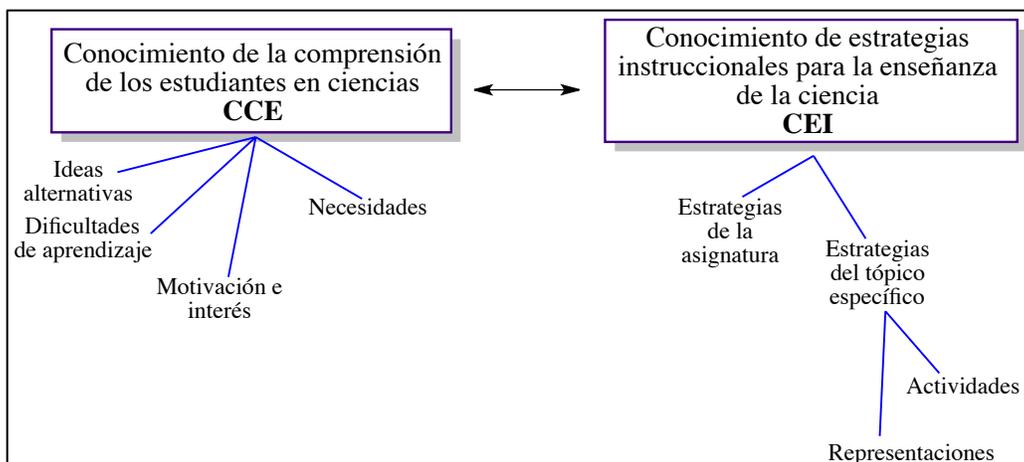


Esquema 3. Dominio base CEI con los dos subdominios derivados de este conocimiento.

Tercer bloque

- ¿Qué haces para que los estudiantes se sientan motivados en aprender ciencias?

El tercer bloque corresponde a una sola pregunta relacionada con el dominio base CCE, “**Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias**”. Aunque se había comentado acerca del conocimiento base mayoritariamente explorado, esta pregunta tiene una dualidad en cuanto a su funcionalidad, ya que puede ser relacionada de igual forma con el CEI. Los datos colectados a través de esta pregunta, no sólo serán las estrategias didácticas utilizadas por la docente para la enseñanza de las ciencias, sino también el conocimiento que posee de los estudiantes acerca de cuáles son sus intereses en el aprendizaje de las ciencias y, con ese conocimiento, crear un efecto motivacional para potencializar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el aula.

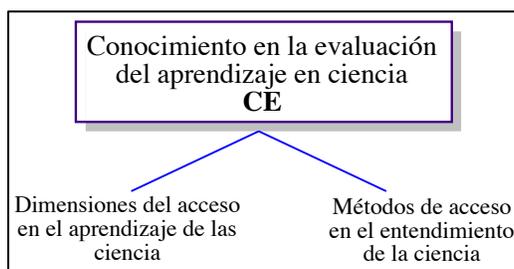


Esquema 4. En función de la naturaleza de la pregunta en el bloque, se ilustra la posible relación que habrá en la respuesta de la docente entre el dominio base CCE y el CEI.

Cuarto bloque

- Describe cómo evalúas la comprensión del conocimiento científico en tus alumnos

De igual forma que el tercer bloque, el cuarto está compuesto por una sola pregunta, donde se esperaba que Valentina evidenciara su “**Conocimiento en la evaluación del aprendizaje en ciencia (CE)**”. El carácter descriptivo de esta pregunta buscaba propiciar la manifestación por parte de la docente de los tipos de evaluación e instrumentos utilizados para medir o determinar las habilidades de pensamiento científico (**HdPC**), conocimiento científico y actitudes y valores hacia la ciencia de sus estudiantes, tomando en cuenta también los alcances y límites de cada uno de los instrumentos en el acceso de este conocimiento estudiantil.



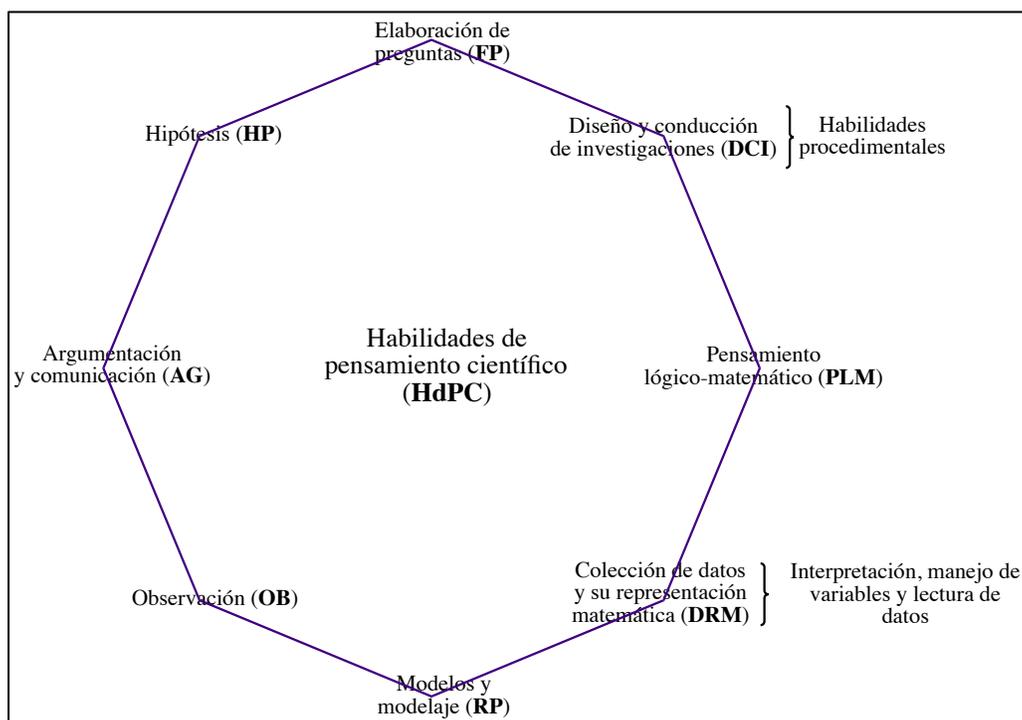
Esquema 5. El contenido de subdominios en el conocimiento base CE como uno de los componentes del modelo de PCK por Park y Chen.

Quinto bloque

- Para ti ¿qué es un modelo?

- A tu consideración ¿cuáles serían las habilidades de pensamiento científico que se deben desarrollar en una clase de ciencias?

Estas preguntas son dirigidas hacia conocer las concepciones de Valentina sobre lo que es un modelo en ciencias y las habilidades de pensamiento científico que, a su juicio, son las más trascendentes en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. Estos dos aspectos, junto con el aprendizaje a través de la indagación y la aplicación de este enfoque en el aula entre otros, fueron los objetivos didácticos principales del TAECI. Se buscó que Valentina construyera su conocimiento acerca de lo que es un modelo en ciencias, lo que es la indagación científica y cómo llevarla al aula, además de desarrollar en ella las habilidades de pensamiento científico que le permitieran, en primera instancia, formar parte de su PCK integrativo para después con la práctica docente, la autorreflexión y las sesiones del TAECI, crear las condiciones necesarias para ir cambiándolo a un PCK transformativo; todo esto sostenido por una base reflexiva antes de la acción, durante la acción y después de la acción.



Esquema 6. Las habilidades de pensamiento científico (**HdPC**) como dominio base del PCK según el modelo propuesto por Padilla.

2. Audio y Videgrabaciones de las sesiones del TAECI

Con el propósito de obtener evidencias en las que se monitoreará la etapa de *aprendiz en ciencias* de la docente se optó por audio y videgrabar cada una de las sesiones del TAECI. Debido a que Valentina y los demás participantes del taller fueron organizados por equipos para trabajar a lo largo de las sesiones, las cámaras de video y las audiograbadoras se ubicaron en puntos o zonas estratégicas donde las mesas de trabajo fueron monitoreadas por estos dispositivos. También, al menos una cámara de video se colocaba en otra zona del salón de clases, siempre apuntando al espacio donde recurrentemente los asesores del TAECI llevaban a cabo la discusión y cierre de las clases de manera grupal.

3. Bitácora de clase del TAECI

Como seguimiento a la docente en cuanto a su trabajo y desempeño como alumna participante del TAECI se implementó en la sesiones un formato que intentaba propiciar la reflexión como *aprendiz de ciencias*. Este mecanismo dependía de los distintos tópicos impartidos en el taller, donde una vez que se le entregaba a Valentina la guía de clase, se le pedía sesión tras sesión que explicará por escrito:

- ¿Qué sé sobre el tema?
- ¿Qué espero aprender?

Al termino de la sesión se intentó provocar otra reflexión sobre lo aprendido, formulando dos preguntas para ser contestadas por la docente:

- ¿Qué aprendí?
- ¿Cómo lo aprendí?

Adicionalmente, con base en la guía de la clase en cuestión, se le indicó a Valentina que entregara al equipo TAECI las respuestas a los problemas planteados en clase, donde generalmente se le pedían descripciones, representaciones, explicaciones y alguno que otro diseño experimental para obtener datos que la auxiliaran a sustentar un sistema explicativo y dar resolución a un problema.

Por otra parte, en algunas ocasiones, como tarea para casa se dejaba la lectura de un artículo de divulgación científica sobre temas acuciantes, sobre todo de un carácter o contexto CTSA, siendo la fuente principal de esta información artículos de la revista *¿Cómo ves?*. De nueva cuenta, había

un ejercicio relacionado con esta acción, el cual consistió en que Valentina a raíz de leer el artículo formulará todas las preguntas que derivaran de su comprensión y reflexión del contenido, esto en aras de propiciar en la docente el desarrollo de la habilidad de pensamiento científico (**HdPC**) de formular preguntas (**FP**) semiabiertas, las cuales pudieran conducir a una posible investigación para hallar una posible respuesta.

4. Primera entrevista semiestructurada (ver Anexo II)

Con una idea general de lo que conocía Valentina y sus demás compañeros del taller acerca de cuál es el “conocimiento esencial para enseñar ciencias”, arrancó el TAECI promoviendo un rol de *aprendices en ciencias* en sus participantes. Durante este primer periodo, se implementó otro instrumento que generará evidencias con base en la introspección verbalizada de la docente, donde la entrevista semiestructurada fue a lo que se acudió.

Hablando del sentido de este instrumento, éste consistió en monitorear de manera general algún posible cambio en ciertos conocimientos base del PCK de Valentina, concibiendo estas posibles modificaciones como un efecto tal vez de la experiencia de la docente en el TAECI y de los mecanismos de reflexión de su práctica docente. Algunos dominios base del PCK explorados coincidían con los del cuestionario preliminar, como son:

- sentido o significado de la enseñanza en términos generales y de la ciencia en específico (**OEC**).
- tipo de consideraciones para desarrollar una clase de ciencias y estrategias utilizadas en la misma (**OEC y CEI**).
- dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (**OEC y CCE**)

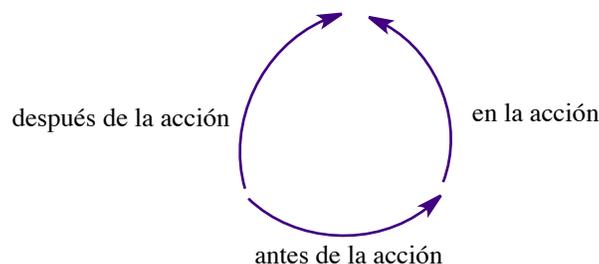
Sin embargo, hubo una pregunta en este instrumento que no se formuló en el anterior y que era trascendente para este estudio, la pregunta fue dirigida hacia la introspección por Valentina y su manifestación acerca de si se consideraba o no una docente reflexiva de su práctica. Así que esta cuestión exploraba específicamente el mecanismo de reflexión de ella como base de su PCK según el modelo propuesto por Padilla, el cual se refiere a concebir este ejercicio en tres etapas: antes, durante y después de la acción.

Por medio de este instrumento y de una nueva pregunta, el posible cambio podría ilustrarse de una manera más evidente, claro está con su respectivo alcance. Por lo tanto, se le cuestionó a Valentina si había percibido un cambio hasta ese entonces en su ejercicio como docente. Se pensaba que con la respuesta podría darse un mayor sustento en la interpretación de una posible transformación en la enseñanza de las ciencias por su parte.

A continuación se enlistan estas preguntas con un nuevo rumbo exploratorio de los dominios base del PCK:

- ¿Crees que tu práctica docente ha cambiado cuando iniciamos con el taller a la fecha? y ¿por qué?
- ¿Te consideras un docente reflexivo en cuanto a tu práctica docente?

Estas preguntas pretendían ser la primera vía para acceder al conocimiento base correspondiente al mecanismo de reflexión (**MdR**) de la práctica docente de Valentina, donde la especificidad en las estaciones del mecanismo; antes de la acción, en la acción y después de la acción, se esperaba fueran manifestadas por su respuesta a esta cuestión o en dado caso, si la profesora no llevaba a cabo este ejercicio reflexivo, explicará el porqué de su inactividad en ese sentido. A continuación, se muestra el Esquema 7 que ilustra el **MdR** con todo y sus estaciones que implican este carácter reflexivo en la docente.



Esquema 7. Mecanismo de reflexión (**MdR**) propuesto como parte del modelo de Padilla de PCK que se pretendía explorar con esta pregunta.

Luego entonces, por medio de estos dos instrumentos era plausible determinar un posible cambio a nivel discursivo e inicial de su práctica docente a través del contraste en las respuestas del mismo interés y, también, de la inclusión del carácter reflexivo en la práctica docente del estudio de caso. Con esto se pensaba era plausible medir un probable avance en su camino transitivo de un PCK integrativo a uno transformativo.

5. Observación y videograbación de la primera práctica docente. (ver Anexo III)

Uno de los intereses de este proyecto fue monitorear un posible cambio en el PCK de Valentina evidenciando su camino para su modificación. Hasta este momento de la etapa inicial sólo se había explorado un cambio a nivel discursivo y verbalizado por medio de un cuestionario y una entrevista; tocaba el turno entonces de un instrumento de carácter observacional que permitiera coleccionar evidencias a nivel práctico, fue el caso de la primera observación y videograbación de una práctica docente de la profesora.

Durante las sesiones del TAECI, se le comunicó a Valentina que debía poner en práctica lo aprendido por medio de una planeación de una clase de ciencias naturales, de acuerdo a la escuela, grado y grupo en la que ejercía su labor. En el mes de Enero del 2012 se inició con esta primera ronda de observación, la fecha exacta en la cual quería ser observada y grabada impartiendo su clase de ciencias fue de mutuo acuerdo, entre el equipo TAECI y la docente, siendo el rol del responsable de presenciar esta práctica de observador-videograbador, ya que no hubo ninguna participación a lo largo de la clase por parte de éste.

2.7.2 Etapa intermedia

6. CoRe (ver Anexo IV)

Este instrumento fue aplicado en una etapa vacacional de la docente debido a su carácter abstracto y complejo en cuanto a la reflexión se refiere, además del sustento teórico necesario relacionado con el contenido disciplinar, pedagógico y de contexto en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

En relación con el contenido del CoRe, el equipo TAECI se dio a la tarea de llevar a cabo un análisis del programa de estudios de la SEP (SEP, 2011), particularmente de los contenidos relacionados con la asignatura de ciencias naturales para todos los grados de la educación primaria. Con esto se hallaron los grandes temas o tópicos centrales en ciencias (uno en la física, uno en la biología y otro en la química), que son impartidos a lo largo de toda la educación básica, pero con un grado determinado de profundidad y amplitud. Estos grandes temas correspondieron a: movimiento en física, seres vivos en biología y materiales en química, ubicando también los subtemas derivados de éstos para que la docente únicamente concibiera la relación gran tema – subtema y reflexionara para construir su respuesta. Con base en la preguntas

de este CoRe, se pretendía explorar los conocimientos base del PCK de Valentina para que al final de esta etapa intermedia, se construyera un perfil de su PCK y tener ya el primer contraste del PCK inicial con este último y de carácter parcial.

Enseguida se indican los tópicos centrales y los subtemas asociados con cada uno de éstos que conformaban el contenido del CoRe:

Tópico seleccionado: Seres vivos

Subtópicos elegidos:

1. Características de los seres vivos (movimiento, respiración, crecimiento, alimentación)
2. Clasificación de los seres vivos
3. Animales: herbívoro, omnívoro y carnívoro
4. Reproducción (en animales, plantas) y carácter asexual
5. Diversidad – biodiversidad
6. Evolución

Tópico seleccionado: Fuerza y movimiento

Subtópicos elegidos:

1. Fuerza
2. Fuerza de fricción
3. Máquinas Simples
4. Movimiento
5. Velocidad y rapidez
6. Trayectoria y dirección

Tópico seleccionado: Materiales

Subtópicos elegidos:

1. Mezclas (características de las mezclas y tipos de mezclas)
2. Propiedades físicas, químicas y organolépticas
3. Estados de agregación y cambios de estado
4. Cambios físicos y químicos

Con esta gama de grandes temas y subtemas asociados, la rejilla comenzó con dos preguntas dirigidas hacia el gran tema o tópico central, a continuación este par:

- ¿Por qué consideras que los niños que estudian la primaria deben aprender todo lo relacionado con (lo seres vivos/ la fuerza y el movimiento/ los materiales)?
- ¿Qué tipo de competencias consideras que alcanzarán cuando se estudia este tema?

Después de estas preguntas generales, de manera explícita se le indicó a Valentina que con base en la revisión del programa de estudios de la SEP 2011 se consideraron para cada uno de los grandes temas los subtópicos para construir el gran tema. Se le indicó que si a su consideración era necesario añadir otro subtema lo podía hacer generando otra columna, donde las filas correspondían a las siguientes cuestiones:

- ¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?
- ¿Qué intentas que aprendan con este concepto?
- ¿Qué más sabes sobre este concepto que no enseñes a tus estudiantes?
- ¿Cuáles son las dificultades y limitaciones que consideras presentan tus estudiantes y que están relacionadas con este concepto?
- ¿Cuáles son las dificultades y limitaciones a las que te enfrentas cuando enseñas este concepto?
- ¿Qué estrategias de enseñanza y aprendizaje empleas para que tus estudiantes comprendan el concepto (analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, reformulaciones, etc)?
- ¿Cómo esperas que el aprendizaje de este concepto impacte en la vida cotidiana de tus estudiantes? Y ¿qué haces para que tenga ese impacto?

Para cada una de las preguntas, se le pidió a la profesora contestará lo más extensamente posible y sin consultar algún recurso en la literatura científica para su respuesta.

Una vez más, el carácter introspectivo del instrumento podía permitir elucidar algunos dominios base del PCK de la docente de interés. Al igual que el cuestionario preliminar y la primera entrevista semiestructurada era plausible catalogar las diferentes preguntas con base en su orientación hacia la exploración de un conocimiento base del PCK.

Primer bloque: **“Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia (OEC)”**

- a) ¿Por qué consideras que los niños que estudian la primaria deben aprender todo lo relacionado con (gran tema)?
- b) ¿Qué tipo de competencias consideras que alcanzarán cuando se estudia este tema?
- c) ¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?
- d) ¿Qué intentas que aprendan con este concepto?
- e) ¿Qué más sabes sobre este concepto que no enseñes a tus estudiantes?

Segundo bloque: **“Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (CCE)”**

- f) ¿Cuáles son las dificultades y limitaciones que consideras presentan tus estudiantes y que están relacionadas con este concepto?

Tercer bloque: **“Conocimiento de estrategias para la enseñanza de la ciencia (CEI)”**

- g) ¿Qué estrategias de enseñanza y aprendizaje empleas para que tus estudiantes comprendan el concepto (analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, reformulaciones, etc)

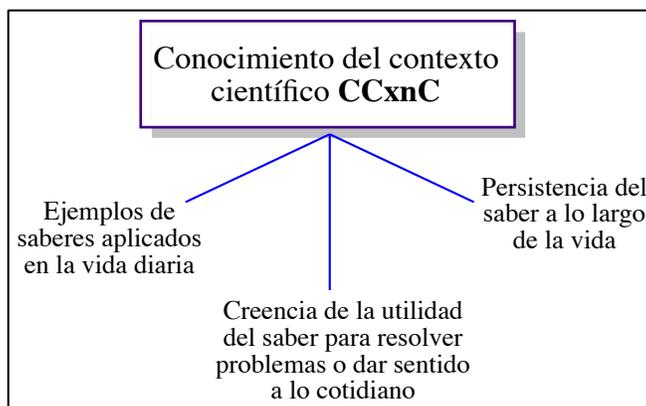
Cuarto bloque: **“Conocimiento en la evaluación del aprendizaje en ciencia (CEC)”**

- h) ¿Qué formas específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los estudiantes sobre el concepto?
- i) ¿Consideras que esta evaluación le permite reflexionar sobre lo que ha aprendido y cómo lo ha hecho?

Quinto bloque: **“Conocimiento del contexto científico (CCxnC)”**

- j) ¿Cómo esperas que el aprendizaje de este concepto impacte en la vida cotidiana de tus estudiantes? Y ¿qué haces para que tenga ese impacto?

Resulta ser, que esta pregunta exploraba un “nuevo” conocimiento base contenido en el modelo de PCK propuesto por Padilla, el cual versa sobre qué sabe el docente del tópico particular en ciencias que permite aplicarlo en la vida diaria, es decir, el sentido y trascendencia que tiene el tema en la vida del alumno para ser utilizado en la resolución de problemas cotidianos que se le presenten.



Esquema 8. Dominio base CCxnC que se pretendía explorar con la pregunta contenida en el CoRe.

Cada respuesta de la profesora podía dar pie a construir su perfil de PCK para un tópico específico de la ciencia, siempre y cuando se tomará en cuenta la orientación de cada una de las preguntas de acuerdo a su funcionalidad específica.

7. Observación y videograbación de la segunda práctica docente (ver Anexo V)

Al igual que en la primera ronda de la observación y videograbación de la práctica docente, la intención fue monitorear un posible cambio más notorio en los conocimiento base y por ende en el PCK de Valentina, contrastando esta interpretación con las correspondiente a la etapa inicial. Se trataba entonces del segundo instrumento observacional, que posiblemente iba a permitir coleccionar evidencias a nivel práctico, que sustentaran las del nivel discursivo y, con esto, tener un perfil de PCK más “completo” de Valentina en esta etapa intermedia.

2.7.3 Etapa final

8. Elaboración de tablas curriculares como apoyo para la planeación de las secuencias didácticas

En esta etapa se pretendía que el rol de la profesora pasara de ser *aprendiz en ciencias* a docente en colaboración con el asesor TAECI, donde se suponía la profesora iba a poner a prueba sus saberes (HdPC, disciplinares, actitudes y valores) y reflexiones en ciencia construidos durante el taller. Aunado a esta aplicación de sus saberes y reflexiones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, se esperaba que la docente comenzará a amalgamar estos dominios: conocimientos, creencias, actitudes y reflexiones parciales para modificar su enseñanza de las ciencias naturales en la educación primaria.

Luego entonces, Valentina hizo la selección de un tema ubicado en el programa de estudios de la SEP 2011 especificando el bloque en donde el tema está ubicado. Después de esta elección se le solicitó que contemplara la siguiente tabla para ser llenada con base en la información del programa de estudios:

Tabla 4. Primera tabla curricular para ser llenada por la docente con base en los contenidos del programa de estudios SEP 2011.

Aprendizajes esperados	Estándares		Contenido disciplinar	Pregunta
	Conocimiento	Habilidades		
Tema 1				
Tema 2				
Tema n				

La funcionalidad de la tabla fue la explicitación por Valentina de los aspectos específicos del bloque que eligió, iniciando con los aprendizajes esperados que están relacionados directamente con los contenidos disciplinares, siendo el enganche o vínculo entre éstos una o varias habilidades de pensamiento científico (**HdPC**) tales como explicar, argumentar o tomar decisiones por parte del estudiante en combinación con cierto conocimiento científico para resolver algún dilema social, ya sea en lo individual o en lo colectivo.

Los estándares curriculares de ciencias que se encuentran en el programa de estudios de la SEP 2011 están asociados con cuatro niveles de saberes en aras de alcanzar una formación científica básica en la educación primaria:

- Conocimiento científico
- Aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología
- Habilidades asociadas a la ciencia
- Actitudes asociadas a la ciencia

La columna referente a estándares en la Tabla 2 tiene dos vertientes, conocimiento y habilidades. Se pretendía que la docente, al basarse en estos estándares, pudiera categorizar éstos con base en la clasificación que se propuso. En la casilla de conocimiento se le indicó que pusiera los estándares basados en los conocimientos científicos, que a su vez se relacionan con los aprendizajes esperados y los contenidos disciplinares. En la columna de habilidades entraban los niveles de estándares restantes (aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología, habilidades asociadas a la ciencia y actitudes asociadas a la ciencia), esta categoría de habilidades está en función de los estándares del contenido disciplinar y también con los aprendizajes esperados.

Con esta base, se le indicó que debía convertir el aprendizaje esperado del bloque elegido de lo declarativo a lo interrogativo, tratando de generar una pregunta de tipo semiabierta o abierta que pudiera dar pie a una serie de actividades (investigaciones bibliográficas, diseño y realización de experimentos, modelaje, etc) para ir construyendo poco a poco habilidades de pensamiento científico, contenidos disciplinares en juego y por ende los aprendizajes esperados. Para ello, el estudiante-colaborador Adrián Lara se encargó de dar las características y clasificaciones de las preguntas en ciencias, propiciando la práctica y reflexión del efecto de formular una “buena pregunta” en aras de construir el conocimiento científico a través de buscar su respuesta.

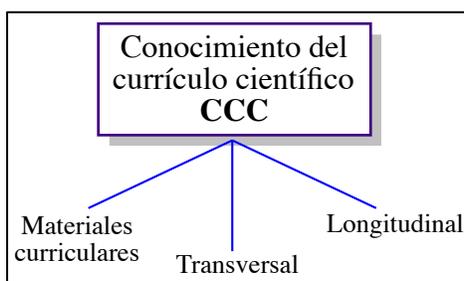
Después de esta primera tabla se asignó el llenado de una segunda (Tabla 5), ésta consistió en retomar cada uno de los contenidos disciplinares para después asociar cada uno de ellos con las llamadas “competencias para la vida”, manteniendo los tres ámbitos: el científico, el de conducta (individual) y el social (colectivo).

Con base en las características descritas de este instrumento para la colección de datos, éste puede ser clasificado de acuerdo con su orientación hacia la exploración o construcción de un conocimiento base en el PCK de la profesora. Es por eso que este instrumento está asociado directamente con el “**Conocimiento del currículo científico (CCC)**” y de igual forma con las “**Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia (OEC)**”, siendo plausible este intento de propiciar en la docente su camino de amalgamamiento hacia un PCK transformativo.

Tabla 5. Primera tabla curricular para ser llenada por Valentina con base en los contenidos del programa de estudios SEP 2011.

Contenido disciplinar	Ámbito científico		Ámbito de conducta	Ámbito social
	Habilidades de pensamiento	Conocimiento científico		
Contenido 1				
Contenido 2				
Contenido n				

Por otra parte, se pensaba que este análisis, de al menos esta sección científica del programa de estudios SEP 2011, podía ser la base o sustento para elaborar una secuencia didáctica pertinente para el nivel, grado y tema en ciencias al que imparte Valentina y, con esto, poner a prueba lo aprendido en el TAECI para posiblemente cambiar su práctica docente.



Esquema 9. Los subdominios como componentes del dominio base CCC que se pretendía construir o estimular con el llenado de las tablas curriculares.

8. Secuencia Didáctica con base en la tablas curriculares

Teniendo este marco curricular en consideración junto con los conocimientos iniciales de Valentina respecto a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, así como su mecanismo de reflexión de ésta y sus creencias y actitudes hacia la ciencia; la docente tenía el reto de diseñar y aplicar una secuencia didáctica para la enseñanza del bloque que eligió y poner a prueba lo aprendido y reflexionado durante su etapa como aprendiz en ciencias. Se le pidió también hiciera

llegar al equipo TAECI un documento por escrito que diera constancia a lo realizado por ella como resultado de su aprendizaje en el taller.

Es importante comentar que en este proceso de diseño de esta secuencia didáctica, el equipo TAECI estuvo colaborando constantemente con la profesora, en el sentido de darle recomendaciones, retroalimentar sus actividades y objetivos de éstas, contribuir junto con ella en la búsqueda y facilitación de materiales didácticos para su utilización en su práctica docente y también haciéndole preguntas totalmente dirigidas a: qué sé (sobre el contenido y los alumnos), de qué dispongo (contexto), en mi vida dónde ubico el tópico (contextualización del contenido) qué haré (enfoque, estrategias-acciones didácticas), para qué (**HdPC**, contenido, actitudes y valores) y cómo lo visualizo (reflexión antes de la acción).

9. Observación y videograbación de la tercera práctica docente (ver Anexo VI)

Al igual que en la primera y segunda ronda de la observación y videograbación de la práctica docente, la intención fue monitorear un posible cambio mucho más notorio en el PCK de la profesional en la enseñanza respecto a sus antecesoras, a través de contrastar estos datos con los primeros y segundos; es decir, los derivados del mismo instrumento pero en una etapa inicial e intermedia. Se pretendía evidenciar el camino para la modificación de un PCK integrativo a uno transformativo. Se trataba entonces del tercer instrumento observacional que posiblemente iba a permitir coleccionar evidencias a nivel práctico.

El rol del encargado de presenciar la práctica docente de Valentina fue solamente el de observador-videograbador, con la condición de que éste no presentara participación durante la clase de la profesora.

10. Segunda entrevista semiestructurada (ver Anexo VII)

Para culminar este proceso en la colección de datos se optó por implementar otro instrumento de clase introspectiva, esto para provocar que verbalizara aquellos conocimientos y reflexiones hacia la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. El ensamble de las preguntas para construir esta entrevista semiestructurada consistió en aquellas ubicadas en el cuestionario preliminar, en la primera entrevista semiestructurada y en algunos intereses que se tenían de acuerdo a la culminación del proyecto, o sea, explorar aquellas impresiones tanto a nivel profesional como personal sobre el impacto del TAECI en la profesora.

Una vez más, las preguntas que conformaron esta entrevista pueden ser catalogadas por la dirección hacia un conocimiento base del PCK de la docente, aquí el agrupamiento:

Primer bloque: **“Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia (OEC)”**

- ¿Ha cambiado para usted su concepción acerca de lo que es la ciencia? Si/no ¿Por qué?
- ¿Considera que las ideas acerca de la importancia de enseñar y aprender ciencias han cambiado a raíz del taller? Si/no ¿Por qué?
- ¿Ha percibido un cambio relacionado con el enfoque o enfoques para la enseñanza de las ciencias? Si/no ¿Por qué?
- ¿Qué entiende por indagación

Segundo bloque: **“Conocimiento de las estrategias para la enseñanza de la ciencia (CEI)”**

- Si es el caso ¿A qué dificultades se enfrenta cuando enseña ciencias con este nuevo enfoque? Y ¿Por qué?
- ¿Qué cambios realizó, con base en distintas estrategias para la enseñanza de las ciencias, para que los estudiantes estén motivados en aprenderlas?
- ¿Considera que cambió su concepción sobre cómo llevar un trabajo colaborativo con los estudiantes en la clase de ciencias? Si/no ¿Por qué?
- ¿Qué entiende por modelo? Si es el caso ¿Cómo lo implementa o construye en el aula?
- Qué utilidad ha tenido el taller para usted en lo profesional y en lo personal
- ¿Considera que el taller le dio herramientas suficientes en cuanto a la confianza para crear modelo didácticos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias? Y ¿Por qué?
- ¿Considera que ha cambiado el modo de planear o diseñar sus secuencias didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias?

Tercer bloque: **“Conocimiento en la evaluación del aprendizaje en ciencia (CE)”**

- ¿Cómo cree que ha cambiado la forma en la que evalúa el aprendizaje científico de sus alumnos?

Cuarto bloque: “Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (CCE)”

- En estas secuencias didácticas ¿considera el conocimiento previo de los alumnos y las dificultades de aprendizaje en un tópico científico?

Quinto bloque: “Habilidades de pensamiento científico (HdPC)”

- ¿Qué habilidades de pensamiento científico busca que sus estudiantes alcancen en el aula?

Sexto bloque: “Mecanismos de reflexión de la práctica docente (MdR)”

- ¿Considera que ha cambiado su manera de reflexionar sobre su quehacer docente? Y ¿Por qué?

Séptimo bloque: Cambios en el TAECI

- ¿Qué considera que habría que cambiar o implementar en este taller?

2.8. Sistema de análisis

Dentro del marco de un estudio cualitativo y de acuerdo con el propósito de realizar una búsqueda de patrones y significados en los datos obtenidos, la mayoría de éstos arrojaron evidencias auditivas, audiovisuales y textuales, por lo que fue necesario convertir las dos primeras clases de lo oral a lo textual por medio de transcripciones.

Estos datos en forma escrita fueron analizados con base en una orientación deductiva, ya que a partir del conocimiento de los distintos modelos de PCK, de los dominios o conocimientos base descritos en la literatura y de la problemática que existe en la enseñanza de las ciencias a nivel básico relacionada con el docente, se tenía idea de los conocimientos que se pretendían explorar en Valentina para construir y caracterizar su PCK.

Como se describió en cada uno de los instrumentos para la colección de datos (excepto la bitácora del TAECI y la videograbación de la práctica docente), fueron formuladas predicciones con base en el tipo de preguntas que contenían estos instrumentos. Esta predicción fue construida en función de su posible selectividad en la exploración hacia uno o dos dominios base del PCK (con base en el modelo de Padilla), por lo que el contenido de los instrumentos fue dividido en categorías para ilustrar de una mejor forma qué se pretendía con cada una de las preguntas.

Respecto a los resultados, y a la forma general del análisis de los mismos, se tomó en consideración de nueva cuenta los dominios base del modelo de PCK propuesto por Padilla (2014). La interpretación de las evidencias se hizo de la siguiente forma:

1. De acuerdo con la predicción que se tenía del tipo de información que iban a arrojar cada uno de los instrumentos para la colección de datos y de la lectura de las evidencias en forma de textos, se diseñaron códigos y categorías asociados a los dominios base OEC, CCE, HdPC y MdR que componen el PCK para facilitar la interpretación de los resultados.
2. Con base en los códigos establecidos se interpretaron los textos derivados de los instrumentos para la colección de evidencias, ubicando la relación del código con un dominio base específico del PCK de la maestra.
3. Teniendo esa interpretación general, cada conocimiento base fue explicado en función del instrumento que contribuyó a su colección, del código que ayudó a su caracterización y de la etapa (inicial, intermedia y cierre según el Esquema 1) que propició generar el perfil de PCK de Valentina para cada una de éstas, dando un total de tres PCK parciales y uno global que fue la suma de sus antecesores.

Las observaciones de las prácticas docentes de Valentina fueron tres en total, cada una se ubicó en las tres distintas etapas del TAECI (inicial, intermedia y final). Con la primera (se llevó a cabo en la etapa inicial) se tenía previsto funcionara como un sistema integrador de sus conocimientos a nivel discursivo con su aplicación a nivel práctico, por lo que al término de este análisis se construyó un primer perfil parcial del PCK de la profesora. La práctica docente también fue codificada con base en los códigos relacionados con los conocimientos base del PCK según Padilla, permitiendo el monitoreo de estos dominios base en esta etapa de arranque de la profesionalización de la profesora. La única diferencia en el análisis de la práctica docente con las entrevistas y cuestionarios fue que los primeros no fueron seccionados por dominios, sino que a través de una forma narrativa se fue ilustrando la determinación de los conocimientos base encontrados siguiendo la secuencia de la clase impartida por la docente.

A través del mismo análisis que se llevó a cabo con la primera práctica docente, la segunda (se llevó a cabo en la etapa intermedia) también fue interpretada de esta forma, generando el

monitoreo del PCK de Valentina dentro de una etapa intermedia. Una vez más se tenían evidencias discursivas y prácticas de la docente derivadas de su enseñanza de las ciencias en el aula, las cuales se pretendía permitieran

construir un segundo perfil parcial de su PCK y empezar a contrastar éste con el primero en aras de determinar un posible cambio.

La tercera (se llevó a cabo en la etapa final) se ubicó en la etapa final de la profesionalización, se analizó como las dos anteriores y permitió construir un tercer perfil parcial del PCK de Valentina, éste contempló sus conocimientos base según su discurso y su práctica referente a la enseñanza de las ciencias. Se compararon los tres PCK construidos y se construyó un PCK global con base a la experiencia de ella en el TAECI, para evaluar un posible cambio en su práctica docente y con esto dar una respuesta plausible para la pregunta de investigación

Así que, los resultados y la interpretación de éstos son presentados desde una perspectiva de un continuo, donde para cada una de las etapas del proceso profesionalizante se especifican los dominios base que fueron encontrados, exhibiendo los extractos que sustentan el hallazgo y su caracterización para relacionarlos con el PCK de la docente.

2.9 Códigos y su categorización

Teniendo como base el modelo de PCK propuesto por Padilla (Figura 4) y los datos generados a partir de los distintos instrumentos para su colección, se generó un puente de análisis para pasar del texto a la interpretación y con esto ilustrar y caracterizar los posibles componentes del PCK de la docente para cada una de las etapas del TAECI. Este puente de análisis corresponde al diseño y aplicación de códigos que permitieron interpretar los resultados de una manera práctica e ilustrativa para resaltar los patrones que se fueron identificando en los datos.

Ya que se diseñó y utilizó un marco de análisis de los datos basado en un sistema de códigos, fue necesario dar razón del significado de esta unidad mínima para la interpretación que se llevó a cabo, donde un código se refiere a un *“nombre o una etiqueta que representa un concepto o un tema”* (Wilson, 2009).

El gran tema que se contempló fue el modelo de PCK propuesto por Padilla (2014), donde se retomaron los códigos de los dominios base propuestos por Park y Chen (2012). La Tabla 6 muestra la primera categoría de códigos relacionados con estos conocimientos base:

Tabla 6. Códigos retomados de Park y Chen (2012) con los conocimientos base como componentes del PCK y que fueron retomados para el modelo de Padilla (2014).

Código	Nombre
OEC	Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia
CEI	Conocimiento de estrategias para la enseñanza de las ciencias
CCE	Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias
CCC	Conocimiento del currículo científico
CE	Conocimiento en la evaluación del aprendizaje en ciencias
CCxnC	Conocimiento sobre la contextualización del contenido científico
HdPC	Habilidades de pensamiento científico
MdR	Mecanismo de reflexión (antes, en y después de la acción)

La segunda categoría de códigos fue adaptada a partir del trabajo de Magnusson (1999), donde además de modelar los dominios base que conforman el PCK también presenta una serie de orientaciones específicas para la enseñanza de las ciencias (Tabla 7), definiéndolas como una representación general de la manera por la cual el docente conceptualiza la enseñanza de las ciencias, concibiendo estos conocimientos y creencias como un mapa conceptual que guía las decisiones hacia la enseñanza (objetivos, el contenido asignado para los estudiantes, el uso de libros de texto, materiales curriculares y la evaluación del aprendizaje del alumno). En la Tabla 7 se enlistan y caracterizan los distintos enfoques que puede presentar un docente hacia la enseñanza de las ciencias:

La segunda categoría está relacionada con las estrategias para la enseñanza de las ciencias que conoce e implementa Valentina en su práctica docente, en función del o los enfoques que asume cuando lleva a cabo un proceso de enseñanza y aprendizaje en el aula.

Tabla 7. Orientaciones o enfoques hacia la enseñanza de la ciencia que se utilizaron para la interpretación de los datos que arrojaron los instrumentos para su colección aplicados en la maestra

Código	Nombre	Descripción
ET	Enfoque tradicional	Transmisión del conocimiento científico por parte del docente a través de presentar información, generalmente por medio de lecturas, discusiones y preguntas que son respondidas por una o dos fuentes de información para conocer los hechos producidos por la ciencia.
AD	Actividades dirigidas	El docente aplica actividades donde el alumno lleva a cabo experimentos por medio de la manipulación de materiales para la verificación o descubrimiento de un fenómeno
DS	Descubrimiento	El docente provee de oportunidad para que los estudiantes exploren el mundo natural, descubran patrones de cómo un fenómeno determinado ocurre y que construyan conceptos científicos, todo esto con base en sus propios intereses.
IDG	Indagación guiada	El docente y los estudiantes participan en la definición e investigación de un problema, determinando patrones, generando explicaciones y evaluando la utilidad y validez de los datos y su adecuación en sus conclusiones.
CA	Enfoque ciencia-ambiente	El docente hace una inclusión de la relación ciencia – ambiente en las actividades realizadas en el aula, propiciando las discusiones sobre el impacto del quehacer científico en el ambiente y el ambiente como factor de estudio de fenómenos o dador de materias primas para el desarrollo científico.
CT	Enfoque ciencia-tecnología	El docente crea actividades que le permitan al alumno concebir y reflexionar acerca del desarrollo científico y tecnológico y la implicación que esto tiene, creando conciencia de los ventajas y desventajas de estos avances.
CS	Enfoque ciencia-sociedad	El principal interés por parte del docente es ilustrar, por medio de actividades, que la ciencia es una actividad de y para la sociedad, y que hay dos vías en esta relación: los factores sociales influyen el campo científico y las consecuencias sociales de los avances de la ciencia.
CTSA	Enfoque ciencia-tecnología-sociedad-ambiente	El docente crea actividades donde los alumnos conciban una ciencia multidimensional, la cual está en función de la tecnología, sociedad y ambiente, así como estas áreas dependen de la ciencia. Se trata de crear un criterio científico-tecnológico-social-ambiental básico, que le permita al estudiante interpretar el mundo en el que vive.
NdC	Naturaleza de la ciencia	Las actividades que implementa el docente para la enseñanza de cierto tópico de la ciencias, muestra explícita o implícitamente la evolución histórica de un concepto o modelo, el trabajo colaborativo de diversos científicos que contribuyeron a la construcción de modelos o conceptos en la ciencia, la diversa gama de métodos en los que se basa la ciencia para construir el conocimiento científico, etc.

Con base en uno o varios enfoques que asume la docente, los cuales dictaminan la forma en la que implementa sus estrategias y los propósitos de éstas, un interés en la interpretación de los datos fue si ella propiciaba el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en los alumnos; así que se creó la siguiente lista de códigos que engloban las habilidades de pensamiento científico mencionadas en este trabajo.

Tabla 8. Nombre y descripción de cada uno de los códigos utilizados para la interpretación de los resultados relacionados con el tipo de estrategias para la enseñanza de las ciencias.

Código	Nombre	Descripción
CX	Contextualización	El docente ubica al tema a través de una actividad relacionada con la vida diaria del estudiante; esta actividad da sentido e ilustra la importancia del tópico para la resolución de un problema en lo cotidiano y en la vida diaria. Es decir, el problema esta situado en una experiencia o entorno personal del alumno.
M	Modelización	La estrategia que implementa el docente trata de que los alumnos representen por medio de dibujos, ecuaciones matemáticas, gráficas, mapas conceptuales, o maquetas, algún fenómeno relacionado con la ciencia, con el fin que esta representación les ayude a explicar ese fenómeno.
EX	Experimento	El docente implementa experiencias con los alumnos relacionadas con la observación o medición de la respuesta por la perturbación de un sistema, donde también el docente puede involucrar el diseño y procedimiento de la experiencia, el manejo, representación e interpretación de los datos y la explicación argumentada de lo que se llevó a cabo.
AC	Aprendizaje Colaborativo	Los alumnos son organizados en equipos de trabajo, donde cada uno de los estudiantes aportan ideas pertinentes para resolver el problema en cuestión, asumiendo un rol de compromiso, responsabilidad y conciencia para con su equipo.
IV	Investigación	Sobre una base teórica, la docente implementa una estrategia involucrada con la búsqueda de información en fuentes bibliográficas científicas confiables (libros de texto, artículos de divulgación, recursos en la red asociados con alguna institución, etc) para dar respuesta a una pregunta o conocer cierto tópico de las ciencias.

Tabla 9 Códigos asociados con las habilidades de pensamiento científico para su determinación en función de los resultados de la docente de interés.

Código	Nombre	Descripción
FP	Formulación de preguntas	La docente, en sus actividades didácticas, realiza diversas preguntas a los alumnos incluyendo aquellas de carácter semiabierto para diseñar un método y responderlas. Además, propicia que los alumnos elaboren preguntas antes, durante y después de llevar a cabo las actividades.
DCI	Diseño y conducción de investigaciones	De acuerdo con la elaboración y aplicación de un método para responder o resolver un problema de algún tópico científico, la docente involucra al alumno en el diseño ya sea experimental o de búsqueda de información bibliográfica para llegar a una respuesta a una posible pregunta semiabierta.
PLM	Pensamiento lógico-matemático	La docente propicia el uso de las matemáticas para resolver un problema o contestar una pregunta semiabierta, involucrándolas en el diseño de investigaciones científicas, colección, manejo, interpretación y representación de datos y modelos matemáticos que sirvan como sustento para una posible explicación para hallar la resolución a un caso.
DRM	Colección de datos y su representación matemática	Con base en el diseño y conducción de investigaciones, la docente promueve la colección de datos por medio del manejo de variables, para después crear un marco de análisis que ayude a manejarlos interpretarlos y mostrarlos en forma de ecuaciones o gráficos.
MD	Modelaje	La docente acude a un modelo establecido en la ciencia, para explicar cierto tópico científico. Puede referirse también a propiciar la construcción de modelos pictóricos, matemáticos o materiales por los alumnos para explicar cierto fenómeno en la naturaleza.
OB	Observación	Por medio de los cinco sentidos, la docente crea situaciones donde el estudiante perciba las características de cierto fenómeno siendo selectivo en aquellas que son primordiales para el tema en cuestión.
		Por medio de los datos obtenidos (manejo de variables, representación e interpretación) a partir de una búsqueda bibliográfica en la literatura científica o a través de realizar una experimentación, el docente crea oportunidades para que los alumnos tomen estos datos como base de un sistema de

AG	Argumentación y comunicación	explicaciones que ayuden a construir ideas que funcionen como conclusiones de sus hallazgos, propiciando el uso correcto del lenguaje, la persuasión y el análisis crítico, todo esto para verificar o refutar las ideas planteadas en el aula respecto a la investigación elaborada.
HP	Hipótesis	Antes de llevar a cabo una actividad, la docente hace que los alumnos formulen predicciones con base en lo que saben de cierto fenómeno relacionado con la ciencia y una vez realizado la actividad las contrasten para que sean refutadas o confirmadas.

Teniendo los códigos diseñados y organizados en categorías es necesario señalar el proceso por el cual fueron aplicados para la interpretación de los datos. El término que se refiere a la aplicación de los códigos en el texto para su análisis es la *codificación*, nos adherimos a la definición de Wilson (2009) la cual dice: *“codificar es el proceso en el que un texto es examinado temáticamente acorde a ciertas categorías de códigos (grupos de etiquetas) las cuales pueden ser predeterminadas o generadas a partir de los datos. Este proceso también permite, identificar evidencias en los datos que relacionen categorías entre si”*.

Luego entonces, a partir de la interpretación de los datos haciendo uso de estas tres grandes categorías de códigos, una de las utilidades fue usar cada uno de estos para construir el perfil del PCK de la maestra en cada una de las etapas, insertándolos en los dominios base al que pertenecen:

- Enfoques: Corresponde al dominio base **OEC**
- Estrategias: Corresponde al dominio base **CEC**
- Habilidades de pensamiento científico: Corresponde al dominio base **HdPC**

En el capítulo de resultados y análisis de resultados quedará explicitado la manera por la cual fueron asociados ciertos extractos de los datos (textos) con los códigos descritos y/o con ciertos términos que no fueron codificados con fines de facilitar el entendimiento del lector. Luego entonces, a partir de indicar qué es lo que dijo o hizo Valentina a través del instrumento para la colección de datos se ilustrará la asociación con el código en cuestión o el término distinto a estas categorías.

2.10. Confiabilidad y Validación

2.10.1. Confiabilidad

De acuerdo con Wilson (2009) “*la confiabilidad corresponde al rigor, consistencia, a lo fidedigno de la investigación, donde la confiabilidad es un condicionante para la validación de un estudio*”. Una de las formas para constatar la confiabilidad de un estudio cualitativo es a través de comparar los hallazgos derivados de esa investigación con otros reportados en la literatura como resultado del mismo o similar sentido de la investigación.

Dado el carácter cualitativo de este estudio, la confiabilidad externa o interna es complicada en el sentido de que un sujeto externo pueda coleccionar y analizar los mismos datos y llegar a un mismo resultado, ya que la profundidad en la investigación hace que estas dos vías no sean prácticas para la determinación de este parámetro. Así que, según Wilson (2009), existen tres formas para determinar la validación en un estudio cualitativo, las cuales fueron adoptadas para la realización de esta investigación:

1. Situando el estudio en un contexto de revisión involucrando una guía (tutor de tesis: Dra Kira Padilla) y profesionales-expertos en el área (miembros del comité tutor: Dra. Ofelia Contreras y Dr. Carlos Amador). Sumado a este contexto, el tomar en cuenta investigaciones similares en el tema reportadas en la literatura, donde hay autores base para este trabajo que con sus investigaciones ayudaron a sustentar esta investigación (Akerson, 2005; Appleton, 2003 y 2009; Berry y Van Driel, 2014; Loughran, 2009; Newton y Newton, 2010; Palmer, 2010; Russell y Martin, 2009)
2. La claridad en la decisión y racionalización que guió la elección y manejo de la muestra. Como se explicó en la caracterización del presente estudio se trata de un estudio de caso clave, ya que de acuerdo al perfil de Valentina se vislumbraba era un parámetro interesante para determinar el posible impacto que tuvo la profesionalización de la docente por medio del TAECI, repercutiendo directamente con la modificación de su PCK.
3. Accesibilidad en la colección de datos y marco de análisis. La generación de datos fue verdaderamente basta y amplia, se utilizaron diversos instrumentos para su obtención como cuestionarios, entrevistas y observaciones que fueron catalogados como

instrumentos observacionales e introspectivos. Respecto al sistema de análisis se acudió al trabajo de Magnusson y Padilla, así como la mera interpretación de los datos para sentar las bases en la construcción de un marco de codificación pertinente que facilitara el diseño de un sistema de análisis útil y entendible para la interpretación de los resultados, todo esto en aras de ir construyendo el PCK de la profesora en distintas etapas de la investigación y con esto dar respuesta a la pregunta de investigación del presente trabajo de tesis.

2.10.2. Validación

En este trabajo de investigación se tomó la validación interna que, de acuerdo con Wilson (2009), es altamente recomendable para estudios cualitativos y se refiere a *“la autenticidad o credibilidad de los hallazgos”*. Como en la confiabilidad, la validación interna involucra varias estrategias, pero la clave está en establecer y estructurar el estudio a través de una conexión entre las evidencias y las conclusiones elaboradas en función de los resultados obtenidos, así como los procedimientos y metodología empleada para coleccionar y analizar los datos; es decir, enfocándonos en el presente estudio de caso se elaboró este trabajo bajo una lógica y consistencia en cada una de sus partes.

Otra estrategia utilizada para la validación interna del presente estudio fue la triangulación, la cual se basa en *“confirmar o contrastar los resultados obtenidos de la investigación a través de múltiples perspectivas (Wilson, 2009)”*, donde un aspecto trascendente en esta estrategia es disminuir aquellas amenazas para la investigación a través de fuentes, métodos o agentes externos que contribuyan a su erradicación.

Con base en lo anterior, existen tres métodos en la triangulación: de fuentes, de métodos y de investigadores. La utilizada en este trabajo fue la segunda, la cual se caracteriza por *“involucrar el uso de diferentes instrumentos para la colección de datos con el mismo objetivo”* (Wilson, 2009). El fundamento de esta triangulación de métodos es bastante claro en este estudio, ya que siempre se mantuvo el propósito principal de explorar y monitorear los dominios base del PCK de Valentina para evidenciar y explicar un posible cambio en su práctica docente en ciencias, a través de la utilización de diversos instrumentos para la colección de datos: cuestionarios, entrevistas y observaciones de clase. Esto permitió generar datos a partir de múltiples contextos

que condujeron a corroborar consistencia en los hallazgos, es decir, no se encontró un resultado que saliera del contexto de estudio manejado en esta investigación.

Capítulo 3

Presentación y análisis de resultados

Capítulo 3. Presentación y análisis de resultados.

De acuerdo con los distintos instrumentos para la colección de datos del presente estudio de caso, como se ilustra en el Esquema 1, existe una división de éstos en función del tiempo, es decir, ubicando las distintas etapas que experimentó la profesora a lo largo de su periodo profesionalizante. De esta manera, los resultados fueron analizados a través de concebir un “continuo” para cada uno de los dominios base del PCK explorados. Todo esto con la finalidad de evidenciar una posible transformación en su conocimiento esencial para la enseñanza de las ciencias.

3.1. Etapa Inicial

3.1.1. Dominio Base: Orientaciones hacia la Enseñanza de la Ciencia (OEC)

Cuestionario Preliminar (ver Anexo I)

El primer parámetro de monitoreo relacionado con algunos dominios base del PCK de Valentina fue la exploración que se realizó mediante el cuestionario preliminar. En éste se encontraban distintas preguntas dirigidas específicamente hacia el dominio base **OEC**, las cuales fueron especificadas en el capítulo de metodología, particularmente, la parte que versa sobre los instrumentos para la colección de datos.

En la pregunta referente a la explicación de la docente acerca de qué es la ciencia, ella mostró dos concepciones extremas. Por un lado denotó la idea de la ciencia vista desde una postura positivista (**PP**), donde el método científico es lo que dictamina su desarrollo, por lo que puede relacionarse con una orientación o enfoque tradicional (**ET**) en el aprendizaje y enseñanza de la ciencia, parecería que da por hecho que el seguir una serie de pasos conduce forzosamente al “conocimiento”.

En el otro extremo presentó nociones muy cercanas a la postura filosófica perteneciente a la Naturaleza de la Ciencia (**NdC**), en ese momento percibía a la ciencia como algo dinámico, que está en constante cambio y actualización, además de tener presente el impacto social tanto a nivel individual como colectivo. Aquí su respuesta:

*“Es el conjunto de pasos encaminados para encontrar el conocimiento (**PP**), es un proceso mediante el cual se puede comprender el funcionamiento de los seres vivos y el medio ambiente, por lo tanto es algo en constante cambio y actualización (**NdC**). Nos ayuda a conocer,*

experimentar y comprobar, nos explica fenómenos y procesos naturales que nos pueden beneficiar personal y colectivamente”

Llama la atención que al nombrar la docente *el funcionamiento de los seres vivos y medio ambiente* como ejemplo del poder descriptivo, explicativo y/o predictivo de la ciencia, puede ser esta idea un indicador del predominio, en el nivel básico, de contenidos enfocados a la biología; también puede ser un indicador del grado de conocimiento o confianza que ella posee en esta disciplina. Luego entonces, la biología es privilegiada en este sentido a diferencia de la química y la física, donde no exhibe un ejemplo claro o particular que esté asociado con su idea de la ciencia.

Siguiendo con este primer instrumento y la vinculación de las distintas preguntas con el conocimiento base correspondiente a las “Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia (OEC)”, Valentina expresó la importancia que para ella tenía en ese instante el enseñar y por ende aprender ciencias en la educación básica. La docente hizo especial énfasis en la importancia en *“despertar el interés de los niños desde pequeños para que investiguen (DCI) y descubran (DS) métodos y procedimientos (NdC)”*. Este aspecto es verdaderamente trascendente, ya que concibe a los estudiantes de nivel básico como sujetos potencialmente capaces en interesarse lo suficiente para diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas; además, considera que los alumnos podrían alcanzar algunas nociones sobre metodologías con las que trabaja la ciencia, lo cual denota el rasgo de su postura o enfoque de lo que es la ciencia orientada hacia la NdC por la pluralidad utilizada al referirse a *“método y procedimiento con los que trabaja la ciencia”*, es decir, no hay un “método científico”, el método o procedimiento depende del tipo de problema y de la pregunta de investigación.

La idea de la potencialidad de los alumnos para aprender ciencia coincide con lo reportado en la literatura (Renner, 1979 y Alberts, 2000), debido a que se tiene presente que los niños “llevan” a la escuela una tremenda curiosidad, intuición, interés y motivación para explorar el mundo natural y crear explicaciones que sean consistentes de acuerdo a sus alcances. Sin embargo, Brewer (2008) matiza la idea de ver a los estudiantes de educación primaria como “pequeños científicos”; él comenta que hay tres actividades en las que la analogía no se cumple y una en la que si converge la actividad: entender y evaluar información científica, diseminar el conocimiento científico y generar nuevo conocimiento científico, no cumplen con la analogía. La

generación de teorías que expliquen algún fenómeno en particular relacionado con la ciencia, si la cumple.

Con la intención de emitir un juicio particular, es necesario comentar la condición para la que estas actividades son conmensurables; se trata de la ciencia escolar contra la ciencia de frontera. Si se concibe únicamente la ciencia de frontera, por supuesto, no habrá cupo para ninguna analogía respecto a estas actividades que realizan los científicos y los estudiantes de educación primaria; empero, si se concibe una separación de que los niños intentan realizar ciencia escolar la perspectiva cambio. Por su puesto que lo estudiantes entienden y evalúan información científica tales como libros de texto, comics científicos, artículos de divulgación científica (a niveles básicos a diferencia de los sujetos que hacen investigación científica). El diseminar el conocimiento científico es también una actividad que hacen ambos grupos, mientras los investigadores reportan sus investigaciones en congresos y revistas científicas, los alumnos lo llevan a cabo por medio de una pequeña ponencia en una clase de seminarios que el docente puede diseñar y aplicar como actividad dentro del aula. Es así, como la única actividad que es inconmensurable es la generación de nuevo conocimiento científico, ya que los alumnos de educación básica no cuentan con la tecnología, tiempo, colaboradores, habilidades, actitudes y conocimiento que conduzcan una actividad de investigación con este fin.

La idea relacionada con la importancia de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia hay distintos códigos asociados a la explicación de la profesora, los cuales se vinculan con los propósitos de enseñar y aprender ciencias. Resulta ser que, en esta instancia, ella resaltó la habilidad de pensamiento científico (**HdPC**) del diseño y conducción de investigaciones científicas (**DCI**) por parte de los alumnos, donde claramente asoció esta **HdPC** con el enfoque para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias por descubrimiento (**DS**). Así que, para Valentina, en ese momento, el enfoque de **NdC** propicia que el estudiante conozca algunos de los múltiples métodos con los que trabaja la ciencia y el enfoque **DS** contribuye a que el alumno desarrolle el diseño y conducción de investigaciones científicas (**DCI**).

Otra pregunta que de igual forma fue dirigida hacia el dominio base OEC y que se relaciona con la idea del párrafo anterior, es sobre qué enfoques utilizaba la maestra en ese entonces para impartir la clase de ciencias naturales, ella comentó:

“Utilizo un enfoque didáctico donde se relacionan los contenidos con su vida personal para que conozcan la relación entre la ciencia y el medio ambiente (CA), propicio la participación de los alumnos para desarrollar sus competencias en el ámbito científico (HdPC), con la visión de que la ciencia no es algo acabado, ya que se actualiza de manera constante y permanente (NdC)”

En esta respuesta denotó un enfoque de Ciencia-Ambiente (CA) respecto al CTSA (ciencia-tecnología-sociedad-ambiente), así como la aparición de nueva cuenta de su conocimiento implícito acerca de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) expresado en la última idea, donde la concibe como una actividad que *“se actualiza de manera constante y permanente”*.

Resalta el extracto *“propicio la participación de los alumnos para desarrollar sus competencias en el ámbito científico”*, ya que manifestó la condición de un rol activo por parte de los estudiantes para que posiblemente alcancen las habilidades de pensamiento científico (HdPC). Con esto hay una relación magnífica entre el enfoque CA y NdC que adoptaba en ese momento, con la estrategia basada en la participación activa de los alumnos (no explicitó ninguna en particular) para desarrollar las “competencias científicas” (HdPC), que en primera instancia debe tener el docente para después propiciar su desarrollo en los estudiantes. Al menos en el discurso presentó un vínculo inicial que se pretendía construir o reforzar a través del TAECI, el cual es concebir a la enseñanza de las ciencias en la educación básica con el principal objetivo de desarrollar habilidades de pensamiento científico (HdPC) en los alumnos, donde el contenido sólo sea la base o el ambiente donde se desarrollen estas habilidades.

Otro aspecto clave fue conocer qué sabía acerca de lo que es la indagación, esto con la finalidad de identificar si Valentina lo relacionaba como uno de los diversos enfoques en la enseñanza de la ciencia. Así que, con base en la pregunta realizada la docente expresó:

“Investigar (DCI), buscar, reunir los elementos necesarios para explicar o conocer algo, ya que para adquirir un conocimiento es necesario preguntar (FP), leer e investigar lo que esté a nuestro alcance”

De acuerdo con la definición parcial de la docente acerca de la indagación, se nota en la respuesta un cierto grado de superficialidad, no diferencia entre la indagación científica y la indagación científica escolar (ciencia de frontera vs ciencia escolar), no queda claro si en esta etapa su idea pertenece a que la indagación tiende o da pie a una investigación del tipo bibliográfica,

experimental o ambas. Indica además, que la indagación implica la habilidad de *investigar* (**DCI**), *buscar o reunir* información, sin embargo, hay un aspecto clave en esta respuesta, la asociación o importancia de formularse una pregunta (**FP**) para comenzar una indagación científica. Luego entonces, fue evidenciado por medio de su respuesta, el sentido de vinculación entre la indagación (no se percibe si para ella es un enfoque en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia) y las habilidades de pensamiento científico **FP** y **DCI** que es posible desarrollar por medio de esta “acción”.

Primera Entrevista Semiestructurada (ver Anexo II)

De igual forma, la primera entrevista semiestructurada que se le hizo constaba de preguntas dirigidas hacia la exploración del **OEC** entre otras. Por lo tanto este apartado trata sobre las razones que dio acerca de la importancia de la enseñanza en general y de la ciencia en particular, dando indicios de su conocimiento acerca de los propósitos y toma de decisiones en su práctica docente y de cierto conocimiento implícito de la **NdC**.

Con base en su respuesta acerca del punto mencionado en el párrafo anterior, Valentina comentó que la enseñanza en general es “*muy enriquecedora y satisfactoria*”, ya que a través del aprendizaje de los alumnos el docente tiene la oportunidad de “*constatar los logros*” obtenidos. En cuanto al aprendizaje de los alumnos derivado de la enseñanza de las ciencias, la docente mencionó algo bastante importante, hizo referencia a que el estudiante de educación básica puede aprender saberes enmarcados en tres niveles: *conocimiento* (saber), *hábito* (hacer) y *sentimiento* (ser). Esto ilustra el impacto que concebía en esta etapa del TAECI sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, específicamente el desarrollo en el alumno de las llamadas “competencias para la vida”, en aras de alcanzar una formación básica en ciencias entre otras que le permita participar o decidir en la respuesta de cierto problema social acudiendo a su criterio científico.

Siguiendo entonces con la importancia de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias a nivel básico, la profesora presentó la idea relacionada con lo atractiva que es la disciplina para los alumnos, indicó:

“(…) *por medio de la ciencia puedes entender los procesos para que se den ciertos fenómenos y a los niños es lo que más les gusta, porque hacen experimentos* (**EX**), *descubren* (**DS**) o a veces

corroboran algo o desechan ideas (PR), ya que tienen ideas mágicas (CCE), por ejemplo, cuando vemos el tema de magnetismo, yo siempre les digo que es magia y hacemos experimentos (EX), les encanta ver que no está ahí la fuerza pero la sienten, en su cabeza tienen miles de ideas y luego la asocian con cuestiones de la vida práctica (...)”

Acerca de la importancia y propósitos que pensaba sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación básica, en esta ocasión, a diferencia de su comentario en el cuestionario preliminar, si expresó un ejemplo de un fenómeno relacionado con la física, el magnetismo; profundizó acerca del sentido o significado que ella le da al magnetismo cuando imparte este tópico. No es sorprendente que la ciencia (sobre todo a este nivel escolar) se relacione con la magia, pero esto hace pensar que Valentina promueve a la magia como un posible sistema explicativo válido en la ciencia. Naturalmente, el estudiante en esta etapa aún no tiene un criterio lo científicamente pertinente para diferenciar entre una explicación científica o pseudocientífica; probablemente, la docente ocupa esta estrategia para atraer la atención del alumno, conoce entonces algunos de sus intereses y/o ideas previas (*ideas mágicas*), ya sea de manera implícita o explícita dando evidencia del conocimiento base “Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (CCE)”.

A través de esta introspección verbalizada por parte de la maestra, algo muy importante es que demostró tener un conocimiento acerca de qué sabe el alumno sobre algún tópico científico, ya sean sus ideas previas, sus intereses por ese tema y/o la contextualización que el propio alumno hace ubicando el fenómeno aprendido en el aula en su vida diaria (CCE). Este último rasgo es fenomenal, ya que el estudiante demuestra que tiene curiosidad, tiende a observar y posiblemente le da utilidad a lo aprendido para explicar un fenómeno en la naturaleza.

Un enfoque u orientación hacia la enseñanza de la ciencia que presenta Valentina y que vuelve a surgir en su explicación es el descubrimiento (DS), pero aparece un nuevo enfoque, las actividades dirigidas (AD) y la estrategia de la experimentación (EX). Empieza haber un indicio de la hibridación de enfoques, es decir, presenta más de uno en una idea o comentario.

En esta búsqueda de caracteres que permanecen o cambian en el conocimiento base OEC, específicamente las ideas acerca de los propósitos de enseñar y aprender ciencia, la docente comentó que la práctica docente de esta disciplina no debe ser “ni horizontal ni estática”, es decir,

intentaba adaptar su conocimiento de **NdC** en la enseñanza de la ciencia a nivel básico, donde probablemente propiciaba, por medio de distintas actividades didácticas, el hacer ver al alumno que la ciencia es una disciplina sujeta a múltiples cambios.

Otro propósito que integró la profesora en esta respuesta fue:

*“El aprendizaje de la ciencia es importante porque el niño se acostumbra a descubrir (**DS**), a investigar (**DCI**) y a preguntar (**FP**), aprendiendo a aplicarlo en las demás ciencias”*

Una vez más asoció un enfoque u orientación en la enseñanza de las ciencias con **HdPC** como es **FP** (formulación de preguntas) y **DCI** (diseño y conducción de investigaciones científicas), las cuales coinciden con las mencionadas en el instrumento anterior. Esto le da consistencia a sus conocimientos o dominios base que integran su PCK, ya que empieza a vislumbrarse cierta frecuencia, pertinencia e hibridación de los conocimientos al menos en el discurso.

3.1.2. Dominio Base: Conocimiento sobre estrategias para la enseñanza de las ciencia (CEI)

Cuestionario preliminar (ver Anexo I)

Al igual que el dominio base **OEC**, el conocimiento de la profesora sobre las estrategias para la enseñanza de las ciencias (**CEI**), también fue explicitado a través de algunas preguntas ubicadas en este primer instrumento generador de resultados.

Una de las estrategias específicas en la enseñanza en general que también puede ser utilizada en las ciencias, es el trabajo colaborativo. La intención fue saber qué conocía Valentina acerca de esta estrategia y, si era el caso, cómo es que la implementaba en el aula hasta ese momento. Se le preguntó directamente si en la clase de ciencias fomentaba el trabajo colaborativo, ella expresó:

“Formo equipos donde cada integrante tiene una función en beneficio y buen funcionamiento de éste, se trata de inducirlos a participar y entender la importancia de trabajar en equipo”.

Mostró un sentido claro de lo que trata el trabajo colaborativo, coincidiendo de manera general con lo expresado en este trabajo de tesis, por particularidades de este instrumento para la colección de datos, una vez más esta evidencia es a nivel discursivo, la consistencia será ilustrada cuando, en varios datos a nivel práctico aparezca este sentido del trabajo colaborativo según la docente.

En cuanto a la segunda pregunta de este cuestionario preliminar dirigida al conocimiento base CEI, consistió en cuestionarla sobre qué hacía para motivar a los estudiantes para aprender ciencias, ella declaró:

“Realizo experimentos (AD y EX), juegos, concursos, trabajos en equipo, investigación (IV) y exposiciones que los motivan a participar”

De acuerdo con la lógica en el modelo del PCK de la Figura 4, la docente exhibió una relación directa entre un enfoque en la enseñanza de las ciencias con una estrategia que comúnmente implementa en el aula, ésta corresponde a las actividades dirigidas (AD) con el experimento (EX), siendo una de las cuestiones fundamentales si hay una hibridación en enfoques, por ejemplo AD con ID o AD con ET, es decir, si son o no guiados por un protocolo donde el alumno no tiene oportunidad alguna de modificar la metodología (AD – ET) o bajo la guía de Valentina el alumno tiene oportunidad de diseñar un método experimental que le ayude a resolver un problema. Esto evidenciaba la necesidad de coleccionar más datos para dar respuesta a esta cuestión.

Por otro lado, se encuentra la estrategia en la enseñanza de las ciencias relacionada con la investigación (IV); la maestra, en ese momento, concebía la investigación como una exploración meramente bibliográfica. Parece ser que no visualizaba las tres posibles vías de esta estrategia: teórica (con base en fuentes de la literatura científica para encontrar información útil para la respuesta a un problema), experimental (por medio del manejo de variables y obtención de datos para explicar cierto fenómeno en la ciencia) o una fusión de estas dos.

Es importante señalar su idea respecto a la motivación inherente de ciertas actividades en el salón de clases. Como señaló la docente, los alumnos tienen la característica de ser curiosos y observadores, también la virtud de asociar lo que saben, ya sea en el aula o por sus explicaciones intuitivas a partir de su interacción con la naturaleza. Así que, esta condición, obliga al docente a diversificarse didácticamente, sobre todo en la selección de enfoques y estrategias para la enseñanza de las ciencias, reflexionando siempre en el principal propósito didáctico como es el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en el alumno, que hoy en día son necesarias para su participación activa en un ámbito social.

Luego entonces, este nivel de exploración discursivo tiene una limitante, es difícil conocer bajo qué enfoque diseñaba y aplicaba las estrategias para la enseñanza de las ciencias, pensando en

potencializar esta motivación y disposición de los alumnos por aprender temas científicos. Lo ideal sería que Valentina, en función de estas reflexiones y conocimientos del efecto de estas estrategias, manejara grados de apertura en las actividades dentro del aula, promoviendo que los alumnos tengan la libertad de poner a prueba lo que saben y propiciar que aprendan por medio del hábito “manos a la obra-mentes trabajando” (NSES, 1995), ya que generalmente las estrategias diseñadas e implementadas en el aula para impartir cierto tópico científico, sólo propician el “manos a la obra” pero dejan a un lado el “mentes trabajando”, la coexistencia deber ser obligada para lograr que los alumnos se involucren realmente en su aprendizaje.

Primera Entrevista Semiestructurada (ver Anexo II)

Para el dominio base **CEI**, el instrumento correspondiente a la entrevista semiestructurada arrojó resultados que evidenciaron el conocimiento de Valentina en este dominio específico de su PCK. Se le pidió en la entrevista la descripción sobre el tipo de consideraciones que hacía en ese momento para la planeación de su clase de ciencias, donde los puntos generales que comentó son los siguientes y serán sustentados por el extracto correspondiente de su respuesta:

- Aprendizajes esperados (selección de contenido)
- Conocimientos previos y/o ideas previas (**CCE**)
- Dificultades de aprendizaje (**CCE**)
- Intereses de los alumnos (**CCE**)
- Investigación previa del tópico científico (**CCC**)
- Materiales didácticos
- Evaluación (**CE**)

En su respuesta a esta pregunta de la entrevista, ella se refirió en principio a los aprendizajes esperados, aunque después cambió de opinión y mencionó los conocimientos previos y/o ideas previas de los alumnos:

*“Primero, tomo en cuenta los aprendizajes esperados... ¡no! más bien lo que sepan los alumnos, es decir, los conocimientos previos (**CCE**), qué tanto saben porque a veces el tema es difícil o abstracto (**CCE**), por ejemplo, en quinto y sexto de primaria ya manejan energía, velocidad, entre otros temas. Un niño no tiene todavía esos conceptos, en la vida diaria sí, pero no lo pueden definir todavía, ni tienen elementos para poderlos comprender (...)”*

En el extracto anterior, es posible observar que Valentina hace referencia a las dificultades en el aprendizaje de los alumnos fueron relacionadas cuando comentó: *“el tema es difícil o abstracto”*, lo cual puede indicar que la docente ha reflexionado sobre aquellos tópicos que son complejos para los alumnos. También, cuando hace referencia a que *“un niño no tiene todavía esos conceptos, en la vida diaria si, pero no lo puede definir todavía, ni tiene los elementos para poderlos comprender”*, muestra que está consiente que en cierta etapa, los alumnos no tienen los conceptos o tal vez la madurez cognitiva para poder entender o aplicar cierto conocimiento en un problema dado. Como declaró también participan las ideas intuitivas, es decir, las ideas previas que influyen, junto con las dificultades de aprendizaje, la construcción de algún concepto o sistema explicativo en ciencias. Así que, la docente mostró la ponderación de sus conocimientos base a la hora que planea una clase de ciencias, siendo el de mayor consideración el *“Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (CCE)”* en su PCK.

Con base en el mecanismo de reflexión sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias propuesto por Padilla (2014) en su modelo de PCK, la docente mostró que lleva a cabo la reflexión antes, durante y después de la acción, específicamente cuando toma en cuenta los intereses y preferencias de los alumnos cuando están en la clase de ciencias, ya que percibe ciertos indicadores en cuanto al comportamiento de éstos. A continuación, se muestra la parte de su respuesta referente a la descripción anterior:

“No me gusta estar dictando, ni que los alumnos siempre estén leyendo o subrayando en el libro, se me hace aburrido (reflexión después de la acción), luego empiezo a ver que los estudiantes se aburren (reflexión durante la acción), entonces los alumnos saben que siempre vamos a hacer un experimento, vamos a dibujar, vamos a salir al patio y entonces ellos hacen cosas, por lo que tomo en cuenta qué puedo hacer, qué objetivo voy a tomar en cuenta para que lo comprendan mejor (reflexión antes de la acción)”

De acuerdo a la investigación previa y los materiales didácticos que la profesora toma en cuenta para la planeación de su clase de ciencias, la docente comentó que hay ocasiones en las que ella no conoce algún tema, evidenciando un *“Conocimiento del currículo científico (CCC)”*, así que una de sus fuentes de consulta es el libro de texto de la SEP de la disciplina. Expresó que hay ocasiones en las que el libro tiene errores en el contenido comparándolo con su conocimiento de la disciplina, ella dijo:

“(...) yo no coincido con lo que dice el libro, entonces es mejor investigar antes y después trato de ver un material para que los alumnos plasmen lo que aprendieron, que lo escriban, que lo dibujen (RP), que peguen algo relativo y logren el aprendizaje (...)”

Tomando en cuenta el extracto anterior en su respuesta, se encontró también que la docente realiza una búsqueda de un “material” para que los alumnos “plasmen lo que aprendieron”, ya sea de forma escrita, pictórica u otra representación, sirviendo como precursor para que los alumnos alcancen y expliciten su aprendizaje. Es por ello, que esta región de su descripción está relacionada con la evaluación, específicamente con el **CE** (“Conocimiento en la evaluación del aprendizaje de la ciencia”) y también con cierto rasgo de metacognición, debido a que Valentina busca aquellos instrumentos que tengan la utilidad de caracterizar el aprendizaje científico de los alumnos y también, que sea un posible medio de representación de cierto fenómeno o concepto donde los alumnos apliquen lo que saben con base en la **HdPC** que resalta en la prueba: **RP**, modelaje.

La segunda pregunta de esta entrevista semiestructurada que produjo datos relacionados con el conocimiento base del PCK de la docente sobre las estrategias para la enseñanza de la ciencia (**CEI**), fue ¿qué tipo de estrategias utilizas para enseñar ciencias naturales?. Valentina dijo que seleccionaba en este periodo las estrategias según el tema a impartir, pero que debía estar la condición necesaria de la motivación en el alumno (**CCE**), denotando con esto un marco de afectividad en su modelo didáctico para un tópico específico en ciencias. Esto es la justificación de la maestra sobre el uso de juegos, canciones y ejercicios (lápiz y papel) para crear lo que ella denominó “un ambiente de disposición” y con ello propiciar que el alumno esté motivado por aprender ese tópico en particular.

Vuelve a aparecer en la respuesta, la relación del carácter motivacional de la ciencia para los alumnos con la estrategia de experimentos (**EX**) en el aula, hay una relación entre el “Conocimiento en las estrategias para la enseñanza de las ciencias (**CEI**)” con el “Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (**CCE**)” de los dominios base en el PCK de la profesora de interés. Derivado de esta estrategia, ella asoció una dificultad en la enseñanza de las ciencias cuando implementa estos experimentos, indicando que la organización de los tiempos en su clase, corresponde a realizar el experimento como última etapa del día, ya que el tiempo que le

toma llevar a cabo esta actividad es de medio día, opta por impartir otras materias y en función del tiempo disponible ajusta la experimentación en el aula.

3.1.3. Dominio Base: “Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (CCE)”

Cuestionario Preliminar (ver Anexo I)

Si bien hay preguntas pertenecientes a este instrumento que no pueden ser catalogadas con base en el resultado bajo una única orientación hacia un conocimiento base del PCK si hay cierto predominio de un conocimiento base en función de la respuesta de la docente. Es el caso de la pregunta que se le hizo sobre qué hace para que los estudiantes se sientan motivados por aprender ciencias, aunque la pregunta se refiere a las actividades o estrategias que Valentina diseña e implementa en el aula de cierto tema científico, el sustento de su respuesta se refiere a el conocimiento de aquellos intereses y factores motivacionales que la docente conoce de sus alumnos para potencializar su aprendizaje, es decir, el “Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (CCE)”.

En su respuesta no hizo hincapié en algún conocimiento sobre los intereses y motivaciones de los alumnos, sólo se enfocó a las estrategias:

- a) Experimentos (**EX**)
- b) Juegos y concursos
- c) Trabajos en equipo (**AC**)
- d) Investigaciones (**IV**)
- e) Exposiciones

La única justificación en su respuesta sobre el uso de estas estrategias fue que ella sabe “*que los motivan a participar*”, siendo las dos primeras más lógicas que las segundas, ya que como la docente comentó en las respuesta anteriores, percibe una motivación innata en los estudiantes a la hora de proponer o llevar a cabo un experimento en el aula, esto por las características de los alumnos ya mencionadas (curiosidad, observación y contextualización de lo que saben con los fenómenos que ocurren en su vida diaria). Las tres restantes: trabajos en equipo, investigación y exposiciones son puestas en duda, ya que hasta este momento no hay un parámetro claro que le de sustento a éstas en cuanto al rasgo motivacional se refiere.

3.1.4. Dominio Base: “Conocimiento de la evaluación del aprendizaje en ciencias (CE)”

Cuestionario Preliminar (ver Anexo I)

Una exploración inicial en este conocimiento base, fue solicitarle a Valentina que describiera cómo evaluaba la comprensión de los conocimientos científicos de sus alumnos, resaltó un sesgo en su descripción hacia la evaluación sumativa, no hizo alusión de una evaluación formativa o diagnóstica, aquí la respuesta de la docente:

“Con un producto como resultado del proceso de aprendizaje del contenido visto, porque el producto contiene los elementos trabajados y se pueden observar los conocimientos adquiridos o la comprensión de los mismos. Puede ser un experimento, un trabajo, una exposición, etc.”

La primera oración que expresó se relaciona con una evaluación sumativa, ya que concibe un sólo producto como una representación del conocimiento científico del alumno. De acuerdo con los instrumentos que utiliza la docente, estos pueden ser también adaptados como una evaluación formativa, ya que a través de la realización ya sea del experimento, de un trabajo (tal vez de investigación bibliográfica) y de una exposición por parte del estudiante, la docente pudiera adaptar etapas en cada uno de estos quehaceres, donde ella y el alumno pudieran intercambiar ideas en cuanto a los hallazgos, dificultades y posibles mejoras del “producto” antes de entregar los resultados, todo esto en aras de evidenciar cómo es que el alumno está alcanzando a generar el “producto” con base en su conocimiento científico y la guía de la docente.

Otro punto importante es conocer a qué le llama “*el aprendizaje del contenido visto*”, es decir, si esta connotación engloba el conjunto de saberes, tanto disciplinares, procedimentales y actitudinales en la ciencia. Con relación a su respuesta, sobre todo esta idea del “producto”, difícilmente la evaluación sumativa por su carácter centralizado en un producto, permite hallar los indicadores para evaluar los saberes procedimentales y actitudinales, es por eso que la evaluación de tipo formativa cobra relevancia, sobre todo a este nivel, donde las HdPC (procedimentales) deberían estar por delante de las dos restantes (contenido y actitudinales). Lamentablemente, la institución educativa que también rige la práctica docente de la profesora, es la que dictamina esta forma de evaluar en los alumnos el conocimiento construido en el aula, pero pueden existir vías de adaptación de la evaluación formativa que contribuya a la sumativa.

En cuanto a la autoevaluación y coevaluación, ella no expresó algo que indicará la implementación de estas dos formas de evaluar. Es trascendente hacerle ver al estudiante que está íntimamente involucrado en el proceso de enseñanza y aprendizaje, siendo una de las maneras de manifestarle esta situación, el ejercicio de que él mismo evalúe el proceso por el cual fue construyendo su conocimiento, sus habilidades y las actitudes que adquirió gracias su participación activa en clase. Además, puede ser capaz no sólo de evaluarse el mismo, sino también evaluar, si es el caso, a sus compañeros de equipo, donde la colaboración es el principal parámetro a tomar en consideración, específicamente las contribuciones e ideas pertinentes en aras de resolver un problema.

La evaluación diagnóstica también quedó a un lado, esto contrasta con lo ya mencionado acerca del conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes en ciertos temas científicos, la pregunta inmediata es ¿qué hace Valentina para conocer esta comprensión de los alumnos en cierto tópico científico? donde un instrumento plausible para conocer esta comprensión es la evaluación diagnóstica, que complementa las ya descritas y la interacción de ella con sus alumnos para conocer sus intereses, necesidades y dudas.

Primera entrevista semiestructurada (ver Anexo II)

Para evidenciar directamente el conocimiento base de Valentina correspondiente al CCE de su PCK, se le hizo la pregunta siguiente:

¿Cuáles son las dificultades de aprendizaje más comunes que has percibido en los alumnos cuando aprenden ciencia?

La docente manifestó que cuando no hay una actividad en donde los alumnos “*plasmem*” lo aprendido no hay un “*aprendizaje significativo*”, siendo los principales factores de estas dificultades el tiempo que requieren estas dinámicas para que el alumno alcance los objetivos didácticos, la falta de recursos por parte de la familia de los estudiantes para poderlos apoyar en algunas tareas o investigaciones y la falta de atención tanto del docente como de la familia del alumno para poderlo guiar hacia un ambiente de aplicación de sus saberes.

3.1.5. Dominio Base: “Habilidades de pensamiento científico (HdPC)”

Cuestionario preliminar (ver Anexo I)

La exploración del conocimiento base correspondiente a las **HdPC** como propuesta de Padilla (2014) como uno de los componentes del PCK, correspondió a dos preguntas específicas contenidas en este instrumento para la colección de datos.

Una de las preguntas que repercutió en la obtención de una evidencia de su conocimiento acerca de las habilidades de pensamiento científico fue: para ti ¿qué es un modelo? Aquí su respuesta:

“Una muestra o ejemplo de lo que pretendemos lograr, porque al tener una muestra nos ayuda a entender qué se pretende realizar y cómo se puede hacer”

Por su puesto que la definición de modelo es correcta, pero si se acude al contexto científico, sobre todo el uso de modelos en ciencias no es pertinente. Su respuesta gira entorno a una entidad (objeto, pensamiento, sujeto, etc) que se debe seguir para obtener buenos resultados o mejorar nuestro actuar. Así que, en el subdominio de modelaje (**RP**) perteneciente al conocimiento base **HdPC** no hay un saber en lo discursivo que ilustre su existencia en el PCK de la profesora, por lo que se esperaba ver una primera construcción de este conocimiento a lo largo del taller.

Otra pregunta en este mismo instrumento, fue pedirle que enlistara cuáles son las habilidades de pensamiento científico que se deben desarrollar en una clase de ciencias, su respuesta se esperaba fuera construida con base en su criterio en ese entonces. La docente mencionó:

- Predicción (**HP**)
- Deducción (**PLM**)
- Comunicación (**AG**)
- Interpretación (**DRM**)

Como se puede ver no manifestó exactamente las **HdPC** tal cuál se plantean en este trabajo, pero es posible leer entre líneas y asociar las que nombró con las que se contemplan como dominio base del PCK según Padilla (2014). Es claro que la predicción en ciencias está íntimamente relacionada con la formulación de hipótesis, ya que a través de lo que saben los alumnos es posible dar respuesta a la pregunta de qué es lo que va a ocurrir con cierto fenómeno en la naturaleza o en un experimento que se planea llevar a cabo dentro del salón de clases, siempre y cuando sean utilizadas ideas consistentes y aceptadas en cuanto a la ciencia se refiere.

Respecto a la deducción, se le asignó el vínculo con la habilidad del pensamiento lógico matemático (**PLM**) ya que por medio de un método lógico un conocimiento universal (conocimiento previo o investigación previa del alumno) se puede proceder a un conocimiento particular (las observaciones y mediciones como base para construir explicaciones de un fenómeno específico) por parte del alumno.

Otra habilidad de pensamiento científico que fue interpretada a través de lo que mencionó Valentina en su respuesta, fue la comunicación y argumentación (**AG**), siendo la primera la que explicitó y la cual está íntimamente relacionada con la argumentación. Se espera entonces que, con base en la actividad que implemente la docente en el aula, el alumno presente un conjunto de razones que sirvan como indicadores de una postura en específico expresada en una aseveración de un tópico científico en particular. El estudiante debe recurrir a los hechos o datos, a la representación de los mismo junto con su análisis y a la explicación o hipótesis para crear un puente entre éstos y una conclusión sobre lo aprendido o hallado de acuerdo con la actividad.

Por último, la docente mencionó a la interpretación como una de las **HdPC** que se deben desarrollar en el alumno en el nivel básico, donde la relación de ésta fue con la colección de datos y su representación matemática (**DRM**), la cual implica el manejo de variables para obtener datos, después “leerlos” creando un marco de interpretación que apoye una posible explicación.

3.1.6. Dominio base: Mecanismo de reflexión (MdR)

Primera entrevista semiestructurada (ver Anexo II)

Hasta este momento, la exploración directa para el dominio base correspondiente a la reflexión antes, durante y después de la práctica docente en ciencias no se había explorado, fue hasta el instrumento de la entrevista semiestructurada que se colectaron datos a nivel discursivo en este componente del PCK de la docente.

Se le preguntó directamente a la docente si se consideraba una profesora reflexiva en cuanto a su práctica docente se refiere, su respuesta inmediata fue manifestar el desconocimiento sobre el sentido de la reflexión en el ejercicio docente; tuvo que darse una referencia ligada a la funcionalidad de ciertas estrategias en clase, sobre todo en pensar una posible mejora o cambio de éstas para el beneficio del proceso de enseñanza y aprendizaje. Enseguida comentó:

“Si, creo que si soy reflexiva, percibo cuando no se logra el aprendizaje, veo que todos los niños se quedan con cara de mosca apachurrada (reflexión durante la acción), ahí me cuestiono ¿qué pasó? Les pregunto si entendieron y si la respuesta es no, les digo que me mencionen qué parte no comprendieron. A veces me siento culpable cuando ya no hay tiempo y les empiezo a dictar rápido un resumen, donde trato de tocar todo lo que no se vio porque puede venir en los exámenes. Entonces, ellos deben tener algo referente a esos temas así que siempre les doy una guía para el examen que les sirve como repaso, les prometo un punto al que lo haga más bonito. (...) Entonces, esto me hace reflexionar sobre qué no di o cómo debí haberlo dado (reflexión después de la acción), pero de verdad, estamos limitados por el tiempo.”

De acuerdo con el extracto anterior de su respuesta, la docente hizo evidente dos etapas del mecanismo de reflexión de su práctica docente. Respecto a la reflexión durante la acción, comentó que percibe por medio de cierto lenguaje corporal en el estudiante, el grado de construcción de cierto tema científico. Al percibir la inconformidad del alumno, la docente ajusta y aplica una posible solución a través de preguntarse a si misma qué está pasando (aunque ella expresó *qué pasó*) y después, cuestiona al alumno sobre la claridad que tiene sobre lo que se está viendo en ese momento y la etapa en la que empezó su posible confusión.

Tomando esta reflexión durante la acción y el ajuste al instante debido a esta anomalía, es pertinente formular la pregunta dirigida al uso o no de analogías, ejemplos, modelos didácticos u otros recursos utilizados, que contribuyan a implementar una variante en la enseñanza y ayuden a la docente, en primera instancia, y al alumno a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en ese momento.

También, la docente mostró la etapa de reflexión después de la acción y explicó que en ciertas ocasiones hay limitaciones en el tiempo designado para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, por lo que se ve forzada a implementar estrategias totalmente volcadas hacia un enfoque tradicional, donde la transmisión de conocimientos es realizada a través de resúmenes o dictados sobre el tema en cuestión. Sobre esto, ella dice experimentar un sentimiento de culpa por haber implementado esa estrategia en el aula, lo cual habla de su deseo de disminuir el diseño y aplicación de estas estrategias bajo un enfoque tradicional. Además, su reflexión después de la acción se caracteriza por su dependencia con el contenido y el diseño de modelos didácticos acordes al tema y grado que ella imparte ya que como la profesora mencionó, después de su

práctica docente se formula preguntas sobre qué dio y cómo debió haberlo dado. Esta última muestra que se encuentra en la búsqueda de mejoras en su ejercicio docente, un perfil ideal para la profesionalización que intentó el TAECI.

Primera Práctica Docente (ver Anexo III)

Como último instrumento para la colección de datos de este estudio de caso, se observó y videograbó la primera práctica docente de Valentina, la cual consistió en una adaptación de una clase del TAECI perteneciente al tema de modelos y modelaje y que ella implementó para el tema de los sentidos. Esta clase fue impartida para alumnos de quinto grado de primaria, siendo los rasgos generales de la práctica docente los siguientes:.

Comenzó diciéndole al grupo que los sentidos iban a ser el tema a estudiar en esa clase, formuló varias preguntas las cuales se perciben como “detonadoras”, es decir, aquellas preguntas que generan la participación de los alumnos por el interés que tienen sobre el problema o caso planteado. Así que, a manera de introducción, la profesora preguntó al grupo:

¿Quién de ustedes me dice qué son los sentidos?, ¿para qué sirven? y ¿cuál es el sentido más importante?

Resulta ser que la característica de una pregunta “detonadora” es propiciar que los alumnos perciban un reto o situación compleja a resolver o una situación que atraiga su atención por ser totalmente de su interés. Las tres preguntas que generó acorde al grado en el que la docente imparte clases, en sentido estricto, no conducen a una investigación científica que genere una posible respuesta, sólo está condicionada a reunir el conocimiento previo o las ideas previas de los alumnos sobre este tema.

Una vez que los alumnos le expresaron sus ideas, la docente les indicó la actividad que debían realizar y el propósito de ésta:

“Vamos a hacer un experimento (AD y EX) para saber cuál es el sentido más importante, vamos a pasar a un integrante de cada equipo y vamos a ver que va a utilizar algún sentido para conocer algo...entonces pase uno de cada equipo. A cada integrante que pase, le vamos a tapar los ojos, le vamos a quitar el sentido de la vista para que identifique y nos va a decir qué sentido utilizar para reconocer de qué se trata. A ver, les voy a enseñar algo...¿cuál es el órgano del sentido del tacto?”

Este extracto de la práctica docente exhibe el enfoque de actividades dirigidas (**AD**) y la estrategia de experimentación (**EX**) que utilizó para la enseñanza de este tema. Si se piensa en las posibles variables en el experimento planteado por la docente, la variable independiente sería el sentido que fue utilizado para la interacción alumno – objeto, mientras que la variable dependiente fue el “modelo” que construyó el alumno para determinar el objeto en cuestión.

La docente optó por inhibir parcialmente en el alumno el sentido de la vista e imponer los sentidos del gusto, oído, olfato y tacto para la determinación del objeto a través de la construcción de un modelo mental por el estudiante. Durante esta clase sobre los sentidos, generó comentarios para rescatar aquellos puntos que consideró importantes para los alumnos, por ejemplo:

“¿Se han dado cuenta que la mayoría de las veces que utilizamos el oído nos ayudamos del tacto?”

Esta observación que realizó la profesora en modo interrogativo, fue pertinente para el tema que trató, ya que un sonido es causado por un efecto mecánico de un sistema que genera ondas auditivas que son percibidas por nuestros oídos. Esta relación es importante, debido a que es una oportunidad de ligar un tema de biología con la física y evidenciar que estas ciencias y la mayoría de las disciplinas, tienen relación unas con otras en diversos temas, por lo que esta perspectiva puede ser benéfica para el alumno y generar en él, una conciencia de que la mayor parte de los temas aprendidos pueden converger para generar una explicación de un fenómeno dado.

Después de este pequeño experimento dentro de la etapa detonadora de esta práctica docente, la profesora comunicó al grupo otra indicación para la siguiente actividad implementada, el discurso fue el siguiente:

*“Ahora escúchenme, acabamos de ver la importancia de los sentidos ¿verdad?...todos son importantes. Fíjense lo que vamos a hacer, a cada equipo les voy a dar una caja que tiene algunas cosas. Estas cajas tienen algo dentro, cada caja tiene algo diferente pero ustedes tienen que saber lo que hay dentro, no las pueden abrir, así que tienen que **descubrir** (**DS**) qué hay dentro. Cada equipo tiene que discutir, decir y anotarlo...**descubrir** lo que hay dentro. Cada uno de ustedes la van a ver, la van a manipular y cada uno de ustedes tienen que **adivinar** lo que creen que hay; luego van a decir cómo comprobar lo que tiene dentro, todo el equipo tiene que*

participar, todos tienen que hablar. Lo que quiero que hagan es que cada quien diga lo que cree que hay y lo anoten: ¿qué pienso que tiene la caja? ¿cuántas cosas tiene? ¿qué sentido utilizamos para identificar las cosas?”

Comparando esta actividad con la anterior, la maestra mantuvo el experimento (**EX**) para seguir construyendo el tema de los sentidos, el cambio radicó en llevar a cabo esta actividad bajo un enfoque relacionado con el descubrimiento (**DS**). Como se puede observar, ella también utilizó en su discurso la palabra “adivinar” como sinónimo de descubrir, siendo la primera palabra contradictoria con la visión de la ciencia que había expresado en sus declaraciones pasadas, siendo definida por la docente como una acción que permite construir conocimiento, así que la adivinación no tiene una validez científica para construirlo.

La docente formuló al grupo tres preguntas guía que debían ser contestadas a través de la realización de su experimento: ¿qué pienso que tiene la caja? ¿cuántas cosas tiene? ¿qué sentido utilizamos para identificar las cosas? Las primeras dos preguntas estaban en función de la tercera, ya que a través del uso del oído y del olfato podían generar una posible representación, ya sea mental o pictórica, de los posibles objetos que se encontraban dentro de la caja.

Por otro lado, resalta la iniciativa por propiciar en los alumnos el registro, la comunicación y discusión de los resultados con la participación activa de los integrantes del equipo ya que hizo explícita esa instrucción en su discurso anterior. Luego entonces, parecería que la docente trató por medio de este enfoque y estrategia implementada, de estimular en los alumnos la argumentación y comunicación (**AG**) de los hallazgos generados en clase.

Después de dar la instrucción, los alumnos empezaron a manipular la caja agitándola para generar algún sonido que pudieran reconocer y asociar con algún material que conocieran. Después, la docente se percató de la falta de agujas de gran tamaño para realizar esta actividad de la caja negra, así que por medio de la reflexión en la acción (**MdR**), intentó generar una solución de acuerdo a esta condición, por lo que el comentario que le hizo el grupo fue el siguiente:

“A ver, pongan atención, les iba a dar otra cosa para que les ayude un poco, pero está en la caja, bueno, a ver, cada equipo va a pasar a decirnos qué es lo que tienen, cómo lo descubrieron...a ver, cada equipo nos va a decir qué creen que hay, por qué creen que haya eso,

cómo lo descubrieron, cuántas cosas creen que hay y qué sentidos utilizaron para saber...a ver, este equipo.”

De acuerdo con el cambio en la actividad, la maestra sólo contempló la manipulación de la caja a través de la agitación y el uso del sentido del oído por los alumnos para construir una representación de los objetos ahí dentro, para que con base en sus resultados los alumnos comunicaran al grupo las respuestas que construyeron para dar solución a las preguntas que explicitó la docente.

Siguiendo con esta modificación en la actividad, el uso del lenguaje en este discurso es importante. La atención es centrada cuando la docente se dirigió a los alumnos para decirles que, con base en sus hallazgos debían comunicar al grupo sus resultados, procurando contestar en ese momento: *“qué creen que hay”* y *“por qué creen que haya eso”*. Las dos frases fueron basadas en la creencia como sustento principal para la construcción de un argumento en ciencias; por su puesto que, tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de las ciencias están involucradas las creencias que poseen tanto los docentes como los alumnos, pero en este caso, la argumentación científica puede resultar válida para la docente cuando la base de las afirmaciones derivan del creer o de la adivinación, por lo que puede distorsionarse el sentido estricto de la argumentación científica, el cual reside en la construcción y organización de un conjunto de razones que apoyan o refutan una aseveración.

Retomando de nueva cuenta la secuencia de la práctica docente de Valentina, y escuchar la participación de un equipo de alumnos que sólo se refirió a mencionar que habían determinado la posible presencia de objetos de madera dentro de la caja y que esto lo propusieron con base en el uso del sentido del oído. Inmediatamente, la docente formuló una serie de preguntas para enriquecer la discusión mientras pasó a otro equipo:

¿Qué otra cosa podrían hacer para descubrir (DS) qué hay? ¿qué otra cosa podrían utilizar para saber qué hay dentro de la caja sin abrirla?. Mientras que no estemos viendo, podemos pensar cualquier cosa ¿qué se les ocurre para pensar qué hay dentro sin abrirla? Tal vez utilizar el tacto o el

oído...este tema lo estamos viendo porque vamos a ver el sonido ¿cómo podemos conocer el sonido? Por medio de qué...por medio del oído ¿cómo le harían ustedes para saber qué hay dentro de la caja sin abrirla?

Con el discurso anterior, la docente de nueva cuenta hizo notorio el enfoque del descubrimiento (**DS**) utilizado para la aplicación de esta actividad. También, trató de conducir a los alumnos a idear el uso de distintos materiales que los apoyaran a interactuar con los objetos dentro de la caja de un modo indirecto, hizo bastante énfasis en el uso de otro método y su descripción general inmediata para discutir su viabilidad entre el grupo de estudiantes. Después de este comentario, los alumnos respondieron de buena forma, un equipo expresó: *“si hay algo de fierro podríamos utilizar un imán y si éste se pega decimos que es un metal”*; esta es una muy buena participación, ya que asocia el uso de un material (imán) para que interactúe con uno varios objetos dentro de la caja (fenómeno observable) y con esto inferir ciertas características de los objetos dentro por las propiedades del material que lo hacen potencialmente útil para la posible identificación de las cosas en la caja.

La docente no dio seguimiento a esta participación, no propició una verdadera discusión entre los estudiantes para conocer sus ideas a favor o en contra del método que habían propuesto sus compañeros, lo que sí manifestó fue el seguimiento del uso de otro sentido; el olfato, haciendo la pregunta al grupo si habían oído su caja, donde los alumnos dieron negativa a esa acción.

Después de ese comentario se dirigió al grupo resaltando hicieran conciencia del porqué de las preguntas que les estaba formulando, ella comentó:

*“ (...) Se supone que estamos en ciencias naturales y se supone que la ciencia la vamos a descubrir (**DS**), es como un enigma, la ciencia investiga, la ciencia utiliza los sentidos y otras cosas. A lo mejor, si le hacemos un hoyito aquí y le metiéramos un objeto podríamos saber qué hay dentro. A ver, abran la caja...ahora me escuchan, de todo lo que encontraron adentro yo creo que no todo se imaginaban o ¿sí?, algunas si eran obvias.”*

El extracto anterior exhibe cómo el enfoque del descubrimiento (**DS**) es el que rigió la enseñanza del tema de los sentidos bajo la estrategia de la modelización a través del uso de la caja negra. Llama la atención que para la docente, la ciencia presenta cierta condición para ser enseñada y aprendida, donde debe ser vista como un sistema de conocimientos que está en alguna dimensión,

sólo hace falta quitar alguna “barrera” por medio de la actividad científica, que posiblemente hará que esta barrera vaya borrándose poco a poco hasta descubrir el conocimiento como si se tratara de un objeto.

Otros caracteres que la docente le adjudica a la ciencia es que se trata de un enigma, que investiga y que utiliza los sentidos. La primera perspectiva tiene un trasfondo relacionado con que la ciencia se desarrolla o avanza a través del planteamiento de problemas y de la generación de preguntas que puedan conducir a la realización de una investigación, de ahí que la docente haya comentado que la ciencia investiga. El último carácter corresponde a la ubicación del tema visto con las habilidades necesarias para llevar a cabo una indagación científica, la cual involucra a la observación, siendo ésta la percepción de un fenómeno o sistema utilizando los cinco sentidos. Así que, la docente ilustró con esto el uso de otro enfoque para la enseñanza de las ciencias, el cual corresponde a la NdC y el reconocimiento de la importancia de las **HdPC** para el aprendizaje de las ciencias y su aplicación en la resolución de un problema.

Por último, la profesora dio una última instrucción para el grupo en aras de concluir lo hecho en la clase, el comentario fue el siguiente:

A ver, quiero que hagan una tabla comparativa para ver lo que yo pensé que había y lo que realmente había. Al final, el equipo que trabaje se va a repartir esos dulces que habían dentro de las caja.

Ahora anoten las conclusiones, vamos a compararlas escribiendo ¿qué tan importantes son los sentidos? ¿cómo ayudaron a descubrir?

Antes de hacer expresa la interpretación de estos datos, es importante señalar que la docente sólo implementó estas actividades para ser elaboradas por medio de lápiz y papel, donde los textos hechos por los estudiantes no fueron ocupados para la discusión grupal de la actividad, además de la posible guía de la profesora para mencionar ideas centrales e importantes con base en los objetivos didácticos planteados y con esto hacer un cierre de la clase impartida..

Luego entonces, en la primera instrucción debía ser discutida la representación del objeto elaborada por el alumno con lo que realmente había en la caja, ilustrando con esto la definición o características de un modelo en ciencias, la cual corresponde a una representación de cierta parte de la realidad, teniendo distintos grados de aproximación en el modelo.

Después de algunos minutos, la docente propuso otra actividad para ser llevada a cabo por los alumnos, la cual se basó en la importancia que para ellos tienen los sentidos y específicamente cómo los utilizaron para resolver el problema planteado en el aula. La primera encomienda resulta ser muy general y abierta a múltiples respuestas, no hay una delimitación o especificidad que ubique al alumno en un contexto en el que los sentidos están involucrados. La otra consistió en que los alumnos se percataran que, en ciertas condiciones, algunos sentidos están involucrados en la observación de un sistema o fenómeno dado, por lo que en la condición de esta actividad algunos fueron utilizados directamente y otros indirectamente.

3.2. Construcción del primer perfil inicial del PCK de Valentina

A través del análisis de los datos obtenidos a partir de los distintos instrumentos para su colección durante la etapa inicial del TAECI, el primer perfil inicial del PCK de la docente se muestra en el Esquema 10, donde el fundamento para su construcción será señalado a continuación:

Respecto a la caracterización del conocimiento sobre las “Orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias (OEC)”, se encontró que la docente presenta conocimientos relacionados con la **NdC** (7), los cuales intenta integrar en su práctica docente para que el alumno se percate de los beneficios y desventajas ambientales, sociales, políticos y tecnológicos que conlleva el quehacer científico. El número 7 que acompaña al código en el esquema se refiere a la frecuencia en el número de veces que fue detectado éste durante la primera etapa de profesionalización. De aquí en adelante, el paréntesis que acompaña al código es la frecuencia en cuanto a su detección en la etapa correspondiente.

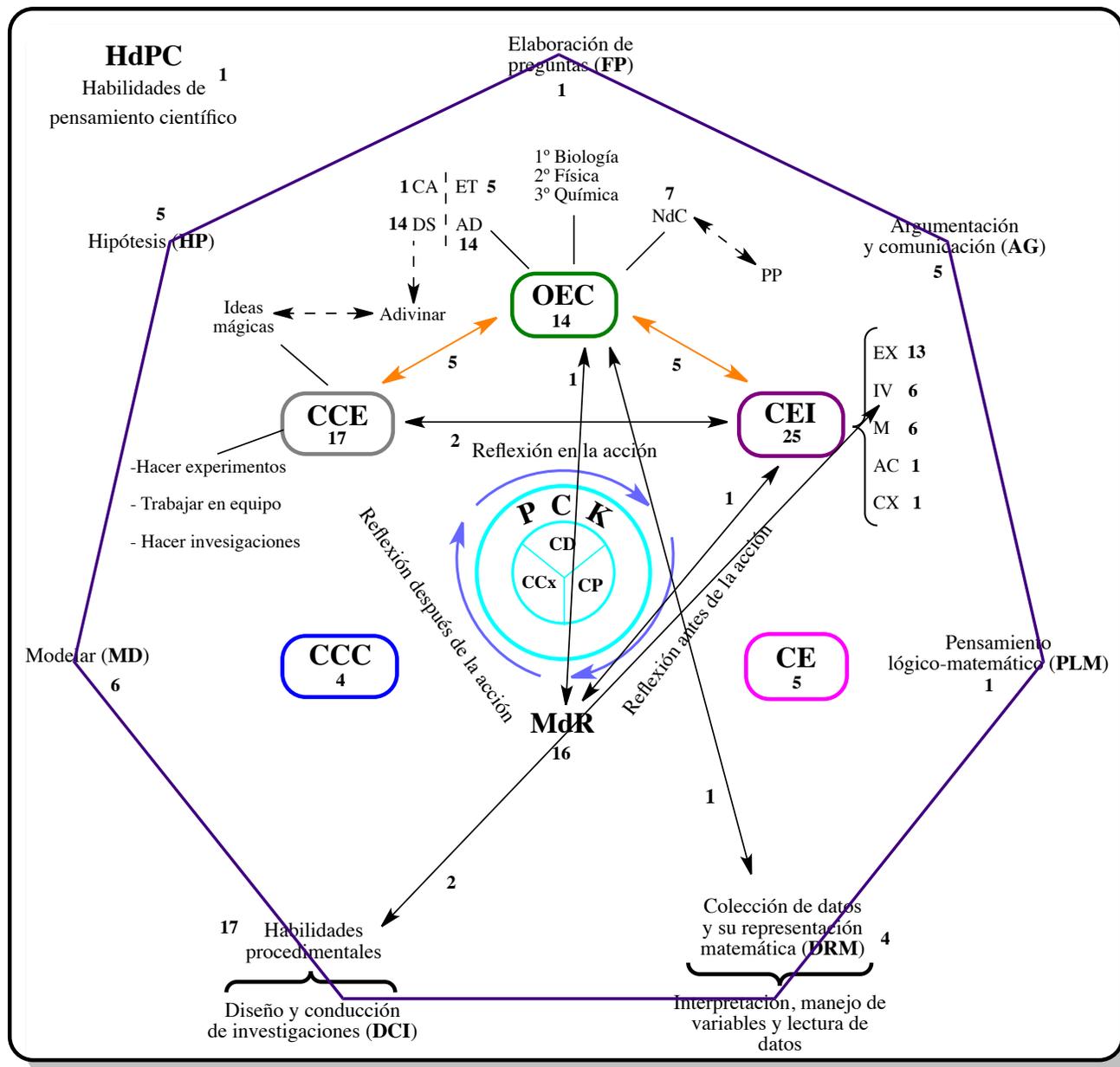
En el otro extremo de este conocimiento sobre la **NdC** (7), la maestra mostró ciertas nociones sobre cómo trabajan, se enseñan y aprenden las ciencias que se adhieren a la postura filosófica perteneciente al positivismo lógico (**PP**). Así que, la docente, en este sentido posee dos enfoques referentes, Naturaleza de la ciencia (**NdC**) y Positivismo lógico (**PP**), a la filosofía de la ciencia que rigen el proceso de enseñanza y aprendizaje que lleva a cabo en el aula, dónde la incógnita hasta el momento es qué enfoque predomina en su enseñanza de ciertos tópicos científicos. Es por esta razón, que en el Esquema 10 se ilustró, por medio de una flecha de dos sentidos, la dualidad o coexistencia de estas dos posturas.

Otro componente construido en el PCK a través de la interpretación de las evidencias fue su posible prioridad en la enseñanza de la biología, la física y la química las cuales componen la asignatura de ciencias naturales en el nivel básico. Según los ejemplos proporcionados por la profesora y por el tema de los sentidos impartido durante su primer observación de práctica docente, la biología es privilegiada, le sigue la física y por último la química, Para esta última no presentó algún ejemplo o comentario que fuera relacionado con esta ciencia.

Para cerrar con este dominio, los enfoques para la enseñanza de las ciencias manifestados tanto en el discurso como en la práctica corresponden a: actividades dirigidas, **AD** (14), ciencia – ambiente, **CA** (1) descubrimientos, **DS** (14) y enfoque tradicional **ET** (5). El enfoque **DS** (14), está relacionado con uno de los componentes del dominio base **CCE** (17) de la docente, donde el vínculo que permite tal relación es que Valentina concibe al descubrimiento como una oportunidad para que el alumno pueda adivinar cómo es que ocurre un fenómeno o experimento relacionado con la ciencia, siendo el sustento para esta relación el aprovechamiento de las *ideas mágicas* que poseen los alumnos para explicar algunos fenómenos científicos.

Por otro lado, en el dominio base **CCE** (17) de la profesora en cuestión fueron detectados sus conocimientos acerca de los intereses y gustos que ella percibe en los estudiantes cuando implementa ciertas estrategias en el aula para la enseñanza de las ciencias. Se numeraron tres actividades que según la docente les motiva e interesa a los alumnos cuando las desarrollan en el aula, estas son: las experimentaciones, los trabajos en equipo y hacer investigaciones. Así que, esto hace suponer que emplea cierto enfoque en la enseñanza de las ciencias para implementar una estrategia didáctica en particular que cubra con los intereses y aspectos motivacionales en el estudiante expresados por la docente.

Pasando a otro dominio base, el **CEI**, se observa en el Esquema 10 sobre el PCK de Valentina la aparición de las estrategias de experimentación, **EX** (13), trabajo colaborativo, **AC** (1), investigación, **IV** (6) y modelización, **M** (6) que utiliza la docente para la enseñanza de las ciencias. Tanto **EX** (13) como **M** (14) fueron parcialmente aplicadas en la primer práctica docente que se observó, mientras que **AC** (1) e **IV** (6) fueron expresadas en un nivel discursivo.



Esquema 10. Perfil del primer modelo de PCK (con base en la propuesta de Padilla) de la profesora perteneciente a la etapa inicial de su profesionalización.

Los conocimientos que se desprenden del dominio base correspondiente al “Conocimiento en la evaluación del aprendizaje en ciencia” son asociados con la intención de la docente de utilizar instrumentos que le permitan al alumno “plasmarse” lo aprendido, ella indicó que si no se procede de tal forma, no hay un verdadero aprendizaje, por lo que a este componente del dominio base CE (5) se le relacionó con la metacognición.

Otro dominio base detectado en la docente fue el **CCC** (4), éste fue vinculado a través de sus comentarios sobre la revisión de ciertos temas pertenecientes al programa de estudios de la SEP 2011 y a la búsqueda de materiales de apoyo como el libro de texto o recursos bibliográficos relacionados con la ciencia. La docente dijo estar consciente de los errores que existen en los libros de texto de ciencias naturales para la educación básica, por lo que la búsqueda de más fuentes se vuelve trascendente para diseñar actividades didácticas con contenidos disciplinares acordes a lo científicamente establecido.

Respecto al conocimiento base **HdPC** (1), la docente evidenció tener presentes varias habilidades de pensamiento científico involucradas sobre todo en el aprendizaje de éstas por el alumno, algunas fueron manejadas sólo en el discurso y otras fueron detectadas en la observación de su primer práctica docente como el intento de propiciar su desarrollo en el estudiante. La docente concibe este conocimiento como las “*competencias científicas*”, ya que lo indicó de esta forma en uno de los instrumentos para la colección de datos.

Las habilidades de pensamiento científico que se lograron identificar le confieren a la base de su PCK una geometría heptagonal, donde se encuentran las **HdPC** (1) de:

- Elaboración de preguntas, **FP** (1)
- Argumentación y comunicación, **AG** (5)
- Pensamiento lógico-matemático, **PLM** (1)
- Colección de datos y su representación matemática, **DRM** (4)
- Diseño y conducción de investigaciones científicas, **DCI** (17)
- Modelar, **M** (6)
- Hipótesis, **HP** (5)

Como uno de los dominios base cruciales en el PCK de un docente se encuentra el mecanismo de reflexión, **MdR** (16), sobre la práctica de su quehacer, en este caso, ella mostró ejercer las tres etapas que integran el **MdR** (16) propuesto por Padilla. Resulta ser que la docente toma en cuenta las estrategias, el conocimiento que tiene sobre el alumno en cuanto a su aprendizaje de las ciencias se refiere, además de los contenidos y habilidades de pensamiento científico que desea construir en el aula por medio de su modelo didáctico, todo esto es sostenido sobre una base de reflexión antes de la acción. Después, conforme la profesora aplica las actividades didácticas

diseñadas, intenta percibir varios indicadores a través de las expresiones de los alumno para monitorear el funcionamiento de su clase de ciencias. Por último, una vez que la clase ha finalizado, Valentina reflexiona sobre cómo resultó su modelo didáctico para los alumno y para ella misma, describió que en momentos en los que es limitado el tiempo y se ve forzada a dar la clase bajo un enfoque tradicional, **ET** (5), desarrolla un sentimiento de culpa que le hace pensar que esa no es la mejor manera de enseñar las ciencias naturales.

En cuanto a las conexiones entre dominios base y los subdominios ilustrados por interacciones inter e intra dentro del PCK de Valentina, éstas se ilustran en la Tabla 8.

Respecto al segundo nivel de dominios base del PCK de la profesora, éste carece de la existencia del conocimiento correspondiente al **CCxnC** y las sendas interrelaciones del resto de los dominios para ese nivel, sólo se encontró la relación **OEC-CCE-CEI** que da una forma triangular a este segundo peldaño. Los conocimientos base **CCC** y **CE**, en esta primer etapa, no guardan relación alguna con los tres mencionados.

Para asentar una visión general del perfil del PCK de la maestra en cuestión, se puede decir que la relación **AD-EX** es la que predominó en esta etapa, es decir, Valentina diseña actividades didácticas bajo el enfoque de actividades dirigidas, específicamente la experimentación en el aula; en este posible modelo híbrido didáctico coexiste también, en función del predominio, la estrategia de modelización (**M**); que junto con la experimentación intentan propiciar la construcción de la habilidad de pensamiento científico de modelar (**MD**).

El escaso hallazgo de intrarrelaciones en el PCK de la docente puede ser indicio de la falta de profundidad de cada uno de sus dominios base. Si se busca una enseñanza de las ciencias que se caracterice por cubrir las demandas de enseñanza y aprendizaje de la ciencia en este siglo XXI, la diversidad en cada uno de los subdomnios, con sus respectivas intra e interrelaciones, es trascendental para tener una variedad de modelos didácticos, que con base en un criterio docente, se pondere la combinación o no de estos conocimientos base para la enseñanza de la disciplina.

Tabla 10. Frecuencia de las intra e interrelaciones entre los dominios y/o subdominios base presentes en el primer perfil del PCK de Valentina.

Interacción en el PCK	Tipo de interacción	Frecuencia
CTSA - NdC	Intrarrelación	1
CX – CA	Interrelación	1
AD – EX	Interrelación	12
IV – DCI	Interrelación	3
CEI – DS	Interrelación	2
OEC – CCE	Interrelación	3
CCE – CEI	Interrelación	2
M – MD	Interrelación	5
OEC – CEI	Interrelación	2
OEC – MD	Interrelación	1
OEC – MdR	Interrelación	1
ET – AD	Interrelación	1
ET – EX	Interrelación	1
CEI – CCE	Interrelación	1
MdR – CEI	Interrelación	1
ET - DRM	Interrelación	1

3.3. Etapa Intermedia

CoRe (ver Anexo IV)

3.3.1. Dominio base: Orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia (OEC)

Gran tema: Seres vivos

Subtemas: Características de los seres vivos (movimiento, respiración, crecimiento y alimentación), clasificación de los seres vivos, animales: herbívoros, omnívoros y carnívoros; reproducción (en animales y plantas: sexual y asexual).

En este caso, se le preguntó sobre la importancia de que los alumnos de educación básica aprendieran temas relacionados con los seres vivos, siendo su respuesta inmediata, sí, que los estudiantes, como seres humanos, se deben ubicar como parte de los seres vivos y con esto generar conciencia sobre el cuidado y conservación de todas las especies que conforman a este gran conjunto. Además, la docente indicó:

“(…) el conocimiento modifica conductas y los ayuda a ser mejores seres humanos. Considero que en esta etapa de niños, a los estudiantes se les debe dar la formación necesaria para que sean adultos responsables con su vida y con el medio que los rodea (CSA)”

Verdaderamente importante es el comentario hecho por la profesora, resulta ser que como ideal de la educación científica y de la enseñanza en general, el principal objetivo o propósito es formar en cada una de las etapas académicas más y mejores recursos humanos con la preparación intelectual, procedimental, actitudinal y reflexiva para participar en una sociedad que demanda el rol activo de sus integrantes, independientemente del puesto o lugar en el que se desempeñen para resolver problemas en lo cotidiano o mejorar procesos o ambientes que repercuten en tal grupo de personas.

Por lo comentado en el párrafo anterior, el discurso fue asociado con un enfoque en la enseñanza de los seres vivos correspondiente a ciencia-sociedad-ambiente (CSA), donde el fundamento de esta caracterización es el fragmento que se refiere a la necesidad de formar a los estudiantes a través de la enseñanza y aprendizaje de este tema para que sean adultos responsables con su vida y el ambiente que los rodea. Lo anterior también hace pensar que no concibe del todo la repercusión de la enseñanza y el aprendizaje de este tema en el aquí y ahora del alumno, ya que

no necesariamente tiene que llegar a la edad adulta para ser responsable y consciente de su vida y de la conservación de su ambiente (ecológico y social).

Otra pregunta que fue considerada con una funcionalidad hacia la exploración del conocimiento base OEC fue el cuestionar a la profesora qué tipo de competencias son plausibles que pueda alcanzar el alumno cuando estudia este tema, siendo su respuesta la siguiente:

“Identificará diferencias y semejanzas, funciones vitales, así como la evolución entre plantas y animales. Las competencias son de acuerdo al grado y nivel de los alumnos y aunque los programas contemplan los mismos temas para todos, éstos van aumentando su complejidad y profundización al momento de abordarlos (CCC)”

La primera oración escrita está centrada en el contenido de la disciplina, tal vez para la docente el saber tiene una mayor preponderancia en cuanto a su desarrollo en los alumnos, sin embargo, considera que existen otras competencias que puede propiciar en el estudiante según el grado que imparta. El inconveniente de esta respuesta es que fue muy general, por lo que la asociación de los códigos planteados en este trabajo de tesis no fue posible construirla con base en esta idea.

En este mismo extracto, Valentina hizo referencia a las *competencias* que están contenidas en el programa de estudios (SEP, 2011), ella mencionó que la *complejidad* y **profundización** al momento de intentar construirlas en el aula está en función de el grado y nivel de los alumnos de educación primaria. Además apuntó un rasgo característico del programa de estudios, manifestó que a lo largo de los seis años de educación primaria los temas que se imparten para ciencias naturales son los mismos, sólo cambia como ella indicó la complejidad y profundidad para cada uno de los grados que componen este nivel educativo. Lo anterior da evidencia de un conocimiento general del currículo científico por parte de Valentina, es decir, por medio de esta pregunta se logró representar de manera muy superficial e indirecta el dominio base del “Conocimiento del currículo científico (CCC)” que posee la docente en su PCK

Siguiendo la secuencia de este cuestionario, la docente de interés expresó para cada uno de los subtemas el porqué de la importancia de que los estudiantes aprendan estos conceptos. Sus respuestas presentaron un mayor sesgo hacia el contenido disciplinar combinado en menor grado con las actitudes y valores, así que la docente sólo se refirió a los conocimientos relacionados con el saber y muy poco con el saber ser, por lo que no involucra el saber hacer (**HdPC**) que como se

ha exhibido en este trabajo de tesis debe ser la principal prioridad en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación primaria. Esto le da cierta inestabilidad a la consistencia de sus conocimientos esenciales para la enseñanza de las ciencias, ya que las ideas generadas a través de su introspección verbalizada evidenciaban varios propósitos que la docente pondera para el proceso de enseñar y aprender ciencias.

A manera de ilustrar estas respuestas basadas en el contenido, a continuación se muestra una de estas:

¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto? (clasificación de los seres vivos)

“Porque puede identificar cuáles son los seres vivos y las clases que existen. El conocimiento en general incrementa su acervo cultural y al identificar a los seres vivos puede participar en la conservación y cuidado de los mismo”

Como se indicó, la profesora manejó en sus respuestas los niveles de saber (*identificar cuáles son los seres vivos y las clases que existen*) y saber ser (*al identificar a los seres vivos puede participar en la conservación y cuidado de los mismos*). Aunque ella habla de identificación, se esperaba que en la respuesta expresara, además del contenido disciplinar, las HdPC de observar (OB) las características de algunos seres vivos, coleccionar datos y representarlos (DRM) para la generación de ciertas categorías de estos seres vivos y el modelaje (RP) para construir por medio de las observaciones, la colección de datos y su organización una representación que presente estos parámetros.

En la siguiente pregunta sobre qué intenta al enseñarles cada uno de los conceptos derivados de los seres vivos, sus respuestas fueron fundamentadas en su mayoría con el contenido disciplinar y en ocasiones mostrando indicios de las actitudes y valores que se pueden construirse en el alumno. En el caso de la reproducción (en animales y plantas: sexual y asexual), la docente hizo referencia a que los alumnos debían aprender el concepto de reproducción y sexualidad, ella indica que de acuerdo al grado en el que se encuentren los estudiantes es necesario que se involucren más en el tema en beneficio de que entiendan los cambios que tendrán en la adolescencia, cómo nacen los niños para vincularlo con un proyecto de vida.

Luego entonces, Valentina evidenció su preocupación en propiciar en el alumno el conocimiento y reflexión acerca de los conceptos de reproducción y sexualidad, pretende ilustrar la utilidad de éstos en aras de que el estudiante piense desde una edad temprana, los beneficios que tiene conocer su sexualidad. Posiblemente con este panorama, el alumno lleve a cabo decisiones que le permitan ir construyendo un proyecto de vida acorde a sus ideales, condiciones e intereses.

De acuerdo con el párrafo anterior, esto puede ser característico de un “Conocimiento del contexto científico (CCxñC)” que posee en este tópico en particular. El hecho de que la docente conciba al tema de reproducción cómo una herramienta que permite orientar a los

alumnos hacia la toma de decisiones informadas y conscientes, indica que la profesora ubica a este tema en un contexto real del estudiante de quinto o sexto de primaria que en poco tiempo entrará a la etapa de la adolescencia. Es muy importante comentar sobre los casos que Valentina ha detectado y que hizo saber al equipo TAECI para conocer el contexto social en la que ella se desempeña; resulta ser, que por medio de testimonios de algunas alumnas de la profesora, hay casos donde sus estudiantes resultan estar embarazadas por dos factores principales: la desorientación y la violación. Es muy triste saber de estos casos, en tales condiciones las alumnas pueden presentar muchas dificultades para explicarse el porqué han sido víctimas, se trata de un problema social del cual se sabe pero que es tremendamente complejo manejar. Esto muestra un problema más del contexto escolar al que se enfrenta día a día Valentina cuando imparte clases en la educación primaria, por lo que es importante proveer al docente de colaboradores especialistas en estos casos para controlar el curso del problema.

Relacionado con esta idea, también se le preguntó sobre qué intenta que aprendan los alumnos cuando enseña cada uno de estos conceptos relacionados con los seres vivos, su respuesta en función del tema “animales: herbívoros, omnívoros y carnívoros” fue la siguiente:

“Que aprendan cómo se alimentan algunos animales y qué consecuencias tiene esto. También, que aprendan cómo se alimentan las plantas y entiendan la fotosíntesis.”

Una vez más ilustra una postura asociada a la enseñanza del contenido disciplinar más que el propiciar la construcción o práctica de las HdPC tan importantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en este nivel básico. De acuerdo con la primera oración, es notable la incertidumbre que genera por el intento de buscar su sentido, ya que al no especificar las

consecuencias de este fenómeno, esto se presta a múltiples interpretaciones. Sin embargo, con base en lo analizado hasta ahora, tal vez la docente quiso manifestar su propósito de que el estudiante aprenda relaciones causa - efecto de la alimentación de los seres vivos con el ambiente, la sociedad, la economía, etc; probablemente para ligar esto con la cadena alimenticia, por nombrar un ejemplo.

La segunda oración implica un tema bastante abstracto de acuerdo con el nivel básico, la docente implicó el cómo en su respuesta; por lo que deben involucrarse en el proceso de enseñanza y aprendizaje que lleva a cabo en el aula, los modelos que explican los mecanismos por los cuales una planta se alimenta, además de la explicación de la fotosíntesis vista desde un proceso bioquímico que puede ser ilustrado a través de un modelo ya sea pictórico en el que se ilustre por medio de un dibujo (sistema de suelos, planta, energía - luz solar, dióxido de carbono, glucosa, agua y oxígeno).

La última pregunta de este instrumento relacionada con la exploración de **OEC** fue ¿qué más sabes sobre este concepto que no enseñes a tus estudiantes?, donde contestó para el subtema de las características de los seres vivos (movimiento, respiración, crecimiento y alimentación) que posee conocimiento y además no imparte en este tópico otras clasificaciones destacando la gran categoría de los animales invertebrados y vertebrados. Para la primer grupo mencionó los anélidos, celenterados, arácnidos, artrópodos; mientras que para el segundo grupo expresó a los reptiles, anfibios y mamíferos.

De nueva cuenta se encontró cierta inconsistencia en los conocimientos base que posee en su PCK con base en el modelo de Padilla, particularmente el “Conocimiento del currículo científico” (CCC). Al analizar el programa de estudios de la SEP 2011 y contrastar particularmente la segunda categoría de los animales (vertebrados) y las subcategorías que se desprenden (reptiles, anfibios y mamíferos), corresponden a conceptos básicos que se deben enseñar como clasificaciones elementales de los seres vivos a este nivel básico. Lo anterior da indicio que la docente tendría que trabajar sobre la revisión y ponderación de los temas a enseñar en la ciencias naturales, específicamente el tema relacionado con los seres vivos y su clasificación, siendo esta etapa de profesionalización la ilustrada en el Esquema 1 en la etapa final, ya que al elaborar las tablas curriculares con base en el programa de estudios (SEP, 2011),

la profesora posiblemente empezaría a reflexionar y decidir sobre los tópicos que imparte en el aula.

Gran tema: Fuerza y movimiento

Subtemas: Fuerza de fricción, maquinas simples, velocidad y rapidez y trayectoria y dirección

En función de este gran tema de fuerza y movimiento, la maestra respondió a dos preguntas que están ligadas a la exploración y caracterización del dominio base **OEC**. La primera de estas consistió en que la docente hiciera explícita la importancia del aprendizaje de este gran tema por el alumno de educación primaria, su respuesta fue la siguiente:

“Es importante que entiendan algunos fenómenos que están cercanos (CT) a ellos, pero que no comprenden, que al estudiar la fuerza y el movimiento puede ser útil para algunas actividades de su vida diaria (CCxnC).”

Existen algunos fenómenos que se presentan cotidianamente, pero que no analizan ni entienden sus causas y utilidad. Además que estos conocimientos sientan algunas bases que les servirán para la secundaria (OEC).”

A pesar de ser una pregunta dirigida hacia la exploración y caracterización del dominio base “Orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias (**OEC**)”, el contenido de la respuesta de ella también sirvió para explorar y caracterizar el dominio base “Conocimiento del contexto del contenido (**CCxnC**)” y la estrategia de Contextualización (**CT**) que rigen la práctica docente de esta profesora en este tópico en particular.

Utilizando los códigos propuestos en este trabajo de tesis para la interpretación de los datos se encontró que la profesora cree importante que se impartan y aprendan fenómenos que los alumnos observan día con día, por lo que el enfoque **CT**, una vez más, está presente en el PCK de la docente. La frecuencia en cuanto a la aparición de éste a lo largo del proceso de análisis, le da un carácter consistente a este conocimiento base y por consecuencia al PCK en su totalidad.

Además, se hallaron dos dominios base que rigen la enseñanza de este gran tema por la docente: **CCxnC** y **OEC**. Valentina tiene presente que, al involucrar la fuerza y el movimiento en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, probablemente el alumno podrá aplicar los conocimientos construidos a lo largo de este proceso que le permitirán resolver problemas

cotidianos o simplemente explicar lo que pasa alrededor que esté involucrado con fenómenos físicos relacionados con la fuerza y el movimiento. Se esperaría que en los subtemas derivados de este gran tópico, la docente formulara una explicación más detallada con ejemplos para conocer a que fenómenos o problemas se refiere en cuanto a su resolución por el alumno de quinto o sexto grado de educación primaria.

En el caso del dominio base **OEC**, la docente concibe el tema de fuerza y movimiento como una oportunidad para que el alumno de penúltimo o último año de primaria construya a través de su rol activo y guía del docente, ciertas bases científicas en este tema que le servirán para alcanzar conocimientos con mayor complejidad y profundidad en su próxima etapa como estudiante de educación secundaria. Dado la experiencia docente de esta profesora en la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria, resulta lógico entender que intenta tomar decisiones en la selección de ciertos subtemas derivados de la fuerza y movimiento marcados en el programa de estudios, los cuales con base en su criterio docente son vistos a lo largo de la etapa académica básica del estudiante mexicano.

Después de esta primera pregunta se formuló en el CoRe la siguiente: ¿qué tipo de competencias consideras alcanzarán los alumnos cuando estudian este tema? Donde su respuesta consistió en la siguiente lista de competencias:

- *Controlar su cuerpo para realizar diferentes tipos de movimientos en actividades recreativas y deportivas.*
- *Relaciona el movimiento con las matemáticas al resolver problemas de velocidad, distancia y tiempo (PLM).*
- *Identifica distintos tipos de movimiento y sus componentes.*

La primera idea parece estar orientada hacia un tema de medicina del deporte, si bien los subtemas que se derivan de este gran tópico pueden contribuir a que el estudiante dé explicación y utilice algunos de estos conceptos en actividades físicas, tales como el uso de una polea para trasladar objetos a lo largo de una vertical, un plano inclinado como un obstáculo en algún juego, una trayectoria de un receptor dentro de una jugada de football, la velocidad del movimiento de un balón de soccer por el golpeo con la pierna de un jugador, etc; el saber qué ocurre dentro de su cuerpo tomando en consideración sólo estos temas, resulta ser un trabajo complejo tanto para la

docente que enseña como para el alumno que intenta construir conocimiento y aplicar lo que aprendió.

Sólo una habilidad de pensamiento científico fue asociada con lo explicitado por la docente, el Pensamiento lógico matemático (**PLM**), el cual fue detectado a través de la segunda idea, ya que la docente considera importante la relación de las matemáticas con la enseñanza y aprendizaje en el tema de fuerza y movimiento. Debido a la especificidad en la respuesta, la incógnita es qué tipo de problemas presenta ante el grupo para buscar su posible solución porque, si son de sustitución de datos en cierta ecuación, la habilidad de pensamiento lógico matemático estaría prácticamente inhibida, debido a su carácter operacional y mecánico para llevar a cabo este tipo de problemas. Lo ideal tendría que ser que la docente aplicara aquellas actividades que le permitan al grupo a partir de la colección de datos de cierto fenómeno, buscar una representación tanto gráfica como matemática para ocuparla en su sistema explicativo y dar con esto respuesta a la pregunta semiabierta inicial.

En la última de sus competencias enlistadas, la docente fue parca en su respuesta, no son claros los tipos de movimientos a los que se refiere y aún menos los componentes de éstos. Una vez más presentó un sesgo hacia el contenido disciplinar, es decir, las competencias consideradas corresponden mayormente a las del saber, sólo una corresponde al saber hacer (**PLM**).

Pasando a los subtemas que derivan del gran tema fuerza y movimiento, de nueva cuenta se encontraban tres preguntas que siguieron la línea de exploración y caracterización del dominio base de las “Orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias”. La primera de éstas fue: ¿por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?; donde el término se refiere a los subtemas que componen a la fuerza y movimiento. La respuesta para el subtema trayectoria y dirección de la profesora se muestra a continuación:

“Porque les son útiles en la comprensión del movimiento de cuerpos celestes y el suyo propio en diversas actividades”

La docente expresó dos utilidades que derivan del aprendizaje de los conceptos trayectoria y dirección: el caso del movimiento de los cuerpos celestes y el movimiento que un estudiante lleva a cabo al realizar cierta actividad. El primero es un caso muy llamativo para los alumnos cuando se les presentan por primera vez estos conceptos, el contexto del espacio específicamente la

rotación y traslación de los planetas es bastante interesante, así que, si la enseñanza se centra en estos dos movimientos del planeta tierra y su relación con la luna y el sol, es posible que el alumno pueda explicar de manera general distintos fenómenos como el día y la noche, las estaciones del año, los años bisiestos, los eclipses lunares y solares y la observación gradual de los planetas en la bóveda celeste de la tierra. Empero, sigue mostrando propósitos volcados a los saberes relacionados con el contenido científico, aún en esta etapa no ha reflexionado sobre la importancia de contemplar en mayor medida las HdPC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

La segunda idea se asemeja al saber que mencionó sobre el tema de fuerza y movimiento, éste consistió en la idea de que el alumno controle su cuerpo para generar diferentes tipos de movimientos en las actividades recreativas o deportivas; sin embargo, de nueva cuenta no exhibe ejemplos que ilustren a lo que se refiere.

Pasando al concepto de máquinas simples, específicamente la respuesta que dio la docente a la cuestión ¿qué intentas que aprendan con este concepto? De nueva cuenta el fundamento de lo que escribió fueron los conceptos que según ella están relacionados con este subtema: *el movimiento de los planetas, vehículos e instrumentos de uso común*.

Dentro de la exploración del OEC, otra pregunta que fue impuesta para cada uno de los conceptos inmersos en el gran tema fuerza y movimiento fue que expresara qué más sabe sobre estos subtópicos que no enseña a sus alumnos en este nivel básico, siendo la explicación para el concepto de trayectoria y dirección que la docente omite a los vectores, algunos conceptos de física (“*solamente una definición sencilla del tema*”) y las leyes de reflexión y refracción.

Si bien menciona que no imparte el concepto de vector, es muy importante que el alumno de educación primaria empiece a representar ciertos fenómenos como el desplazamiento o fuerza por medio de flechas, siendo pertinente una visión cualitativa que ilustre cierta magnitud, dirección y sentido de estas flechas. Luego entonces, para este caso particular, el alumno deberá en primera instancia observar, después coleccionar datos, representarlos por medio de un dibujo (un cuasidiagrama de cuerpo libre) para que ese modelo le ayude a construir una explicación a un problema o fenómeno dado.

El tema de la luz y el sonido para quinto grado de primaria se encuentra ubicado en el bloque IV (SEP, 2011). Este bloque contiene a los fenómenos de refracción y reflexión; sin embargo, los modelos matemáticos que describen estos fenómenos no son tomados en cuenta para el proceso de enseñanza y aprendizaje de este tema, por lo tanto se esperaría que enseñara este tema de bajo una visión cualitativa donde la representación de estos fenómenos sea la parte más importante de sus actividades didácticas para impartir este tema.

Gran tema: Los materiales

Subtemas: Mezclas (tipos y características), propiedades físicas, químicas y organolépticas; estados de agregación y cambios de estado y cambios físicos y químicos.

Se solicitó a la profesora que escribiera sus consideraciones para explicar la importancia del aprendizaje del gran tópico de los materiales en la educación primaria. La docente consideró los logros únicamente en el ámbito del saber, sólo mencionó la trascendencia de entender *cómo están constituidos los cuerpos y la materia en general*, un comentario basado totalmente en el contenido disciplinar.

En la segunda pregunta sobre las competencias que posiblemente alcanzará el alumno por medio de la enseñanza y aprendizaje de este gran tema, ella escribió:

“Reconocer algunas características físicas y químicas de sustancias y materiales, el efecto de ciertas acciones sobre ellos y la forma de utilizarlos adecuadamente”

Con base en su respuesta, el alumno aprenderá a reconocer características, cambios (efecto de ciertas acciones sobre éstos), manejos y aplicaciones de los materiales. Conceptualmente se trata de un muy buen propósito de la docente en la enseñanza de este gran tema en cuanto al contenido disciplinar se refiere, empero, no especifica cómo es que el alumno logrará reconocer las características, los cambios, el manejo y aplicaciones de los materiales, ya que existen diversas formas para propiciar este reconocimiento.

Por un lado, existe una manera implícita para que el alumno reconozca los puntos descritos por Valentina, donde la docente gradúe sus intervenciones para con los alumnos (docente como guía) dejándolo construir y estructurar su conocimiento con base en el trabajo colaborativo docente-estudiante y estudiante-estudiante, para la formulación de preguntas semiabiertas, diseño y conducción de experimentos, manejo de variables, representaciones, ejercitar la argumentación,

etc; dando pie a que el alumno desarrolle las HdPC y a la par de esto aprenda los temas elegidos por ella.

La otra vía corresponde a la explícita, en este caso la maestra impartiría el tema de una manera expositiva (enfoque tradicional) a través de dar resúmenes, protocolos experimentales, exposiciones, etc; luego entonces se sacrificaría el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y sería privilegiada la enseñanza y aprendizaje del contenido.

Así que, el comentario anterior puede ser un indicador del predominio de la enseñanza explícita en su práctica docente (**ET**) versus el enfoque implícito que pudiera llegar a aplicar en el aula, de ahí la importancia de las observaciones de las clases de ciencias naturales de esta docente, en aras de contrastar el discurso con la acción.

Pasando entonces a las preguntas y respuestas de los subtemas mezclas, propiedades físicas, químicas y organolépticas, estados de agregación y cambios de estado y cambios físicos y químicos; que se pretendía evidenciaran en mayor parte al dominio base OEC, ella contestó para la pregunta ¿por qué es importante que los alumnos aprendan el concepto de estados de agregación y cambios de estado? lo siguiente:

*“Para motivarlos (**CCE**), inducirlos a descubrir (**DS**), investigar (**IV** y **DCI**) y acercarse a la ciencia al estudiar los diferentes cambios de estado”*

En su respuesta manifestó el dominio base correspondiente al “Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (**CCE**)”, específicamente el subdominio de las motivaciones e intereses. Probablemente, la docente visualiza a este concepto lo suficientemente motivante para los alumnos por efecto de las actividades didácticas que implementa en el aula.

Como era de esperar, la profesora mencionó al enfoque de enseñanza y aprendizaje de las ciencias por Descubrimiento (**DS**), como uno de los que asume para propiciar la construcción de este conocimiento en el alumno. Resulta ser evidente que Valentina oscila entre dos extremos, al menos justificados en el discurso; por un lado está el **ET** (enfoque tradicional) y por otro el **DS** (descubrimiento), es decir, algunas veces imparte el tema de manera explícita por medio de resúmenes, exposiciones, textos, etc; y por el otro, la docente asume una postura mucho más flexible en la enseñanza de la ciencia dejando en total libertad al alumno para que él mismo, por sus intereses y conocimientos previos e intuitivos, intente construir su conocimiento.

Esto hace elucidar que aún no reflexiona sobre la importancia del rol como guía que debe asumir para con el estudiante y, con esto, intentar disminuir las ideas previas o ineffectividad del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, específicamente en el subtema de estados de agregación y cambios de estado en los materiales.

También, por primera vez, la docente de interés ligó este concepto con una HdPC; el diseño y conducción de investigaciones científicas (**DCI**). Parece ser que la profesora, para impartir este tema pone en juego diversos conocimientos base de su PCK para planear, implementar y reflexionar el cómo hacer inteligible este tema para sus estudiantes, es decir, para diseñar una serie de actividades didácticas que conformen un modelo de enseñanza y aprendizaje para el tema de estados de agregación y cambios de estado de los materiales. Además, el término *investigar* (**IV**) utilizado por Valentina puede denotar la implementación en el aula para la enseñanza y aprendizaje del tema en cuestión, por lo que existe una dualidad en este indicador.

Respecto a los conceptos de cambio físico y químico, para el caso de la pregunta ¿qué intentas que aprendan con este concepto? La profesora de nueva cuenta basó su respuesta en una habilidad de pensamiento científico:

*“Que observen (**OB**) a su alrededor, que identifiquen estos fenómenos y puedan manejarlos”*

Con esta respuesta mostró su propósito de trascender por medio de su enseñanza en la vida del estudiante, donde la forma más eficaz es desarrollar en él habilidades de pensamiento científico, que decida y pueda aplicar para resolver un problema o simplemente darle sentido y explicación a la realidad. Mencionó a la observación (**OB**) la mencionó como una actividad procedimental para entender y detectar los cambios físicos y químicos de los sistemas en la naturaleza.

Además, la última idea de esta oración es bastante poderosa. La docente concibe la importancia de desarrollar en el alumno la capacidad para que realice estos fenómenos en su vida diaria, que aplique su conocimiento en el cuándo, cómo y para qué de un proceso físico o químico que le ayude a resolver un problema en algún momento de su vida.

3.3.2. Dominio base: Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (CCE)

Gran tema: Seres vivos

La pregunta que se caracteriza por tener una orientación hacia la exploración del dominio base **CCE** en el PCK de la profesora es ¿cuáles son las dificultades y limitaciones que consideras presentan tus estudiantes y que están relacionados con este concepto?, donde la respuesta de la docente para el concepto de animales: herbívoros, omnívoros y carnívoros fue la siguiente:

“La mayoría de mis alumnos tienen interés por estos temas (CCE), lo cual facilita su aprendizaje; sin embargo no tienen acceso a fuentes de investigación lo cual dificulta y limita su aprendizaje”

Como estaba contemplado, la pregunta generó un indicador del conocimiento base **OEC** en el PCK de Valentina, ya que la docente expresó que sus alumnos tienen interés por los temas señalados en las rejillas del CoRe. Esta condición facilita la enseñanza y aprendizaje según la docente; empero, señala que existe una dificultad en el aprendizaje debido a la falta de acceso del estudiante a fuentes de investigación (tal vez bibliotecas, hemerotecas, computadora con internet, etc).

Lo anterior no sólo afecta el aprendizaje del alumno, también repercute en su enseñanza de las ciencias. Según este caso, al dejar un trabajo o tarea para casa, el alumno tiene complicaciones para llevar a cabo este encargo, por lo tanto la docente está limitada en la aplicación de estas actividades extra aula que benefician el proceso de enseñanza y aprendizaje, sobre todo porque el alumno cuenta con más herramientas tanto en el nivel de **HdPC** (DCI, DRM, AG, entre otras) como en el de contenido científico, que le sirven como antecedente o herramienta en las actividades que realiza dentro del aula.

Gran tema: Fuerza y movimiento

Tomando en cuenta la misma pregunta pero cambiando al gran tema de fuerza y movimiento específicamente al concepto de velocidad y rapidez, la docente señaló que los alumnos *intuyen y manejan de manera empírica* estos conceptos, indicó que *no hay bases teóricas y sí conceptos erróneos* en sus estudiantes.

Lo anterior pone de manifiesto su conocimiento base correspondiente al **CCE** que, de acuerdo con el análisis, está relacionado específicamente con el subdominio de las ideas previas de los estudiantes en el tema velocidad y rapidez. La docente escribió que el alumno tiende a generar ideas intuitivas a través de la experiencia de observar y/o realizar un fenómeno en su vida diaria

que, comúnmente, no coincide con lo científicamente aceptado. Lo que ella llama falta de *bases teóricas* o *conceptos erróneos*.

Una cuestión derivada de este comentario es sin duda sí ella ha colectado a través de un instrumento exploratorio esas ideas intuitivas de las que habla y conoce de manera general que tienen sus alumnos; seguramente ella también ha construido este conocimiento con base en la intuición y la reflexión de su práctica docente. Además, un problema didáctico para Valentina es qué actividades para la enseñanza y el aprendizaje del tema velocidad y rapidez diseñar e implementar, que sean lo suficientemente controversiales (cognitivamente hablando) para que el alumno confronte sus ideas alternativas con ideas científicamente aceptadas y con esto, empiece a predominar las segundas sobre las primeras, ya que seguramente coexistirán en varios de sus sistemas explicativos.

Gran tema: Los materiales

En la pregunta ¿cuáles son las dificultades y limitaciones que consideras presentan tus estudiantes y que están relacionados con este concepto?, ella contestó para todos los conceptos que forman el gran tema de los materiales, que los alumnos carecen de *conocimiento previo* que sirva como base para la construcción de éstos. Lo anterior indica de nueva cuenta el dominio base CCE que posee la docente en su PCK, donde la fuente de este conocimiento es incierta. Existen múltiples vías por medio de las cuáles conoce la presencia o ausencia los conocimientos previos a los que se refiere; uno puede ser la aplicación de instrumentos de evaluación diagnóstica que exploran los conocimientos que condicionan la construcción de los próximos, o simplemente, el monitoreo que hace a través de preguntarles a los alumnos esos conceptos fundamentales para entender el próximo.

3.3.3. Dominio base: Conocimiento de estrategias para la enseñanza de la ciencia (CEI)

Gran tema: Seres vivos

Con el afán de explorar y caracterizar el dominio base CEI del PCK de la docente, se le preguntó qué estrategias para la enseñanza y aprendizaje emplea para que sus estudiantes comprendan el concepto referente a las características de los seres vivos (movimiento, respiración, crecimiento, alimentación), incluyendo analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, reformulaciones, etc, donde la maestra escribió:

“Investigar (IV) y exponer lo que obtuvieron, representación (RP) con modelado (M), maqueta, dibujos, etc; eso en cuanto a características. Con relación a la alimentación, jugando a la comidita por equipos y cada uno elabora platillos con cada grupo de alimentos (proteínas, vitaminas, azúcares, etc) y la comparte con todo el grupo explicando sus componentes y características (AG)”

Este extracto resulta ser uno de los más ricos en cuanto a la identificación y caracterización de los dominios base del PCK de la docente, manifestándose tanto subdominios del CEI como también las HdPC y la relación que guardan según la profesora.

En el caso de la primer estrategia nombrada, investigación (IV), la docente la ligó con la actividad realizada por el alumno que es exponer, esto puede estar relacionado con la argumentación y comunicación de hallazgos derivados de esta investigación; sin embargo el alumno puede hacerlo sin ningún fundamento interpretativo sino sólo memorizándolo para comunicarlo. La siguiente fue la estrategia de modelización (M) con la habilidad de pensamiento científico de representar (RP), inclusive dio ejemplos mencionando la elaboración de maquetas y dibujos por el alumno.

También mencionó otra estrategia con características lúdicas, donde la misión del alumno en una actividad es construir un plato del “buen comer” para el ser humano, involucrando al grupo de las biomoléculas presentes en los alimentos como son las proteínas, vitaminas y azúcares entre otros. Lo interesante de esta actividad es que la docente intenta que el estudiante desarrolle la HdPC de la argumentación y comunicación. La base de esta interpretación es que la docente le pide al estudiante que comparta lo que realizó explicando los grandes grupos de biomoléculas que están presentes en su platillo y además, las características (aportaciones) que éste presenta para el beneficio de las funciones vitales en el ser humano.

Gran tema: Fuerza y movimiento

En el caso de los conceptos característicos del gran tema fuerza y movimiento, en específico las maquinas simples y la trayectoria y dirección, manifestó en su respuesta a la pregunta exploratoria del dominio base CEI, indicadores de las estrategias de investigación (IV) y modelización (M). Con base en la respuesta de la docente donde estaban presentes ejemplos de la segunda estrategia es posible enlistar los que mencionó:

- *Elaboración de máquinas simples con materiales de desecho (RP)*
- *Dibujos y cuadros conceptuales (RP)*
- *Elaboración de gráficos (RP)*

Como se observa en la lista, la docente escribió estas actividades específicas que lleva a cabo el alumno cuando imparte el tema de máquinas simples y trayectoria - dirección a través de la estrategia de **M**. Es evidente de nueva cuenta, el vínculo entre esta estrategia con la habilidad de pensamiento científico que pretende desarrollar en el alumno, representar (**RP**).

Gran tema: Los materiales

Para el caso de este gran tema relacionado con la química, la docente evidenció en su respuesta indicadores de los dominios base **OEC**, **CEI** y **HdPC**, a continuación lo que escribió:

“Investigación (IV), observación (OB), experimentación (AD y EX), demostración y cuadros comparativos (DRM)”

De nueva cuenta aparece una de las estrategias que es común para los tres grandes temas propuestos en el CoRe; la investigación (**IV**), sin embargo surgió un nuevo indicador del dominio base **OEC** relacionado con el enfoque de actividades dirigidas (**AD**) y la estrategia de la experimentación (**EX**) que corresponde al conocimiento base **CEI**. Luego entonces, con estos dos pilares para un posible modelo didáctico para la enseñanza y aprendizaje agrega la **HdPC** de observar (**OB**), la cual pretende desarrollar en el alumno al llevar a cabo una experimentación bajo el enfoque de una actividad dirigida.

Además, la profesora involucró en su explicación el tipo de estrategias que implementa en el aula al enseñar el tema de mezclas, la elaboración de cuadros comparativos muy probablemente de datos, donde la obtención de éstos está en función de la experimentación que mencionó o de la investigación bibliográfica que realizan los alumnos con la guía de la docente. Así que, por esta razón, esta parte en la respuesta de la docente es asociada con el desarrollo en el alumno de la habilidad de pensamiento científico de la colección de datos y su representación (**DRM**).

Otra estrategia que fue detectada a través de la introspección verbalizada fue la demostración, donde la interpretación radica en que la docente elabora experiencias de cátedra con fines de ilustrar el concepto de mezclas. Se espera entonces que con esta estrategia la profesora intente

desarrollar en el alumno las mismas HdPC de OB y DRM entre otras como máxima prioridad entre éstas y el contenido de la disciplina.

3.3.4. Dominio base: “Conocimiento en la evaluación del aprendizaje en ciencia (CEC)”

Gran tema: Seres vivos

Para explorar el dominio base CEC se recurrió a la formulación de dos preguntas en el CoRe, donde la primera es ¿qué formas específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los estudiantes sobre la clasificación de los seres vivos? La docente contestó:

“Con base en lo que aprendieron, ellos elaboran un crucigrama donde utilizan las clasificaciones y tienen que redactar las preguntas (FP) para poder resolverlos. De igual manera, se evalúa desde que exponen e investigan (AG y DCI)”.

Por medio de la interpretación de esta frase fue posible reconocer que lleva a cabo una evaluación del tipo sumativa, por lo que su interés es evaluar un producto derivado de la realización de una actividad por parte del alumno. En el primer ejemplo que manifestó la docente, le pide al alumno el diseño de un crucigrama en función de la información que dispone sobre la clasificación de los seres vivos, el objetivo de este instrumento es el desarrollo de la HdPC de la formulación de preguntas (FP), ya que el estudiante debe elaborar preguntas relacionadas con el tipo de clasificaciones de los seres vivos.

Es importante señalar que aunque concibe la aplicación de instrumentos de evaluación que propicien el monitoreo del saber hacer por el alumno, la calidad de éstos es importante en el sentido del nivel o grado de exigencia cognitiva que se le pide al alumno para resolver un problema. En el caso del crucigrama, el alumno elabora preguntas de tipo cerradas, es decir, que pueden ser respondidas a través de consultar una sola fuente de información y/o con algunas palabras que en su totalidad sean uno o dos renglones. Para estos alumnos de quinto o sexto grado de primaria, el objetivo sería demandar de ellos la formulación de preguntas semiabiertas que conduzcan al diseño e implementación de investigaciones científicas (ya sea experimental, teórica o combinada).

Para conocer el saber hacer que ha construido o no el alumno a partir del modelo didáctico implementado en el aula por la profesora, ella dio otros dos instrumentos de evaluación: la exposición e investigación. De igual forma existen distintos matices en el nivel de exigencia para

con el alumno en aras de poder completar estas actividades, sin embargo existen habilidades de pensamiento científico inherentes de estos instrumentos; la argumentación y comunicación (**AG**) y el diseño y conducción de investigaciones científicas (**DCI**) respectivamente.

La siguiente pregunta gira entorno de promover la reflexión en el empleo de estos instrumentos de evaluación por la docente. Se le pidió que explicara sí éstos le permiten al alumno reflexionar sobre lo aprendido y todavía más importante cómo lo ha aprendido; Valentina expresó que no ha reflexionado del todo en estas bases, empero comentó que si puede evaluar qué aprendió el alumno, quizá contemplando el contenido disciplinar, las HdPC y/o las actitudes y valores pero no propiciando la autoregulación en el alumno.

3.3.5. Dominio base: “Conocimiento sobre la contextualización del contenido científico (CCxnC)”

Gran tema: Seres vivos

Con base en la propuesta de Padilla (2014) de un modelo incluyente de un dominio base en el PCK de la docente; el conocimiento que tiene un profesor acerca del contenido disciplinar aplicado en la vida diaria del ser humano fue otro dominio de interés para ser explorado y caracterizado. Para esto, se le formuló a la profesora la siguiente pregunta: ¿cómo esperas que el aprendizaje de este concepto impacte en la vida cotidiana de tus estudiantes? Y ¿qué haces para que tenga este impacto?, ella contestó para el concepto “características de los seres vivos” y “clasificación de los seres vivos” las ideas:

*“En su desempeño diario tanto en el cuidado de su cuerpo como en el de todos los seres vivos que estén a su alcance (**actitudes y valores**). En general trato que su aprendizaje sea significativo para que impacte en su vida y sí logran adquirir un conocimiento modificarán conductas futuras. Por eso, trato que interactúen, jueguen y aprendan de manera agradable, interesante y útil; aunque no siempre es posible lograrlo pero lo intento (**MdR**)”.*

*“En su acervo cultural para que tenga herramientas para su vida futura, también planeo con base en los planes, programas, libros de texto y las materias que puedan relacionarse (**CCC**). De esta manera logro un objetivo y por ende impactará si es correcto”.*

Debido al tema, el comentario de la docente siguió la lógica del impacto del concepto de la característica de los seres vivos en la vida diaria del alumnado, se identificó en la primer frase un

indicador de sembrar en el alumno actitudes y valores para con el ambiente inmediato en el que el estudiante se desenvuelve.

Después, salió a colación el sentido esencial de este dominio base CCxñC: “trato de que su aprendizaje sea significativo para que impacte en su vida y sí logran adquirir un conocimiento modificarán conductas futuras”; no sólo este comentario puede ser relacionado con el dominio base CCxñC, sino también con el sentido de la educación en términos generales, el docente debe ser responsable, comprometido, reflexivo y capaz de discernir entre habilidades de pensamiento científico, contenido disciplinar, actitudes y valores para diseñar e implementar estrategias didácticas que propicien la construcción de ciertos conocimientos en los estudiantes, donde el ideal principal es modificar conductas en los ciudadanos a través de las múltiples vías de la educación; en este caso formal, para formar cada vez más y mejores recursos humanos interesados en servir a su país.

Gran tema: Fuerza y Movimiento

La respuesta de Valentina a esta pregunta dirigida a la detección del conocimiento base **CCxñC** fue muy general, sólo indicó que intenta propiciar en el alumno un “*aprendizaje significativo*” que “*va a impactar de alguna manera en su vida*” busca que este sujeto tenga un cambio en su conducta del día a día a través de dichos aprendizajes (que no detalló). Para los demás temas escribió que tiene la misma intención.

Lo anterior puede ser indicador de la oportunidad de trabajar sobre este conocimiento en su PCK, ya que, al no dar ejemplos específicos el aprendizaje significativo posee un carácter superfluo. Probablemente Valentina sólo está tomando en cuenta el saber referente al contenido, a los conceptos de la disciplina, pero si pensara en las habilidades de pensamiento científico que se pueden promover por medio del aprendizaje de estos temas, en función de actividades específicas, tal vez, pudiera ubicar de una manera particular aquel aprendizaje útil que el alumno puede aplicar en los problemas cotidianos a lo que se enfrenta o enfrentará.

Gran tema: Los materiales

Para todos los subtemas de “Los materiales”, Valentina manifestó que su objetivo didáctico es “*despertar el interés (de sus alumnos) por lo científico (CCE)*”, ella espera que esa actitud hacia la ciencia impacte en su vida cotidiana. Además, respecto a la planeación de actividades para

propiciar dicho objetivo, la docente comentó que toma en cuenta las necesidades de sus estudiantes (**MdR: antes de la acción**) para lograr un aprendizaje en ellos.

El vínculo que Mariana exhibió del **CCxnC** con el **CCE** y **MdR: antes de la acción** es trascendental. Para las actividades didácticas de contextualización del contenido científico tiene como meta didáctica provocar el interés de los alumnos por aprender los subtemas relacionados con el tópico de Los materiales. Para el diseño y aplicación de estas actividades, Valentina asume la postura de tener bien claras las necesidades, en cuanto a saberes científicos se refiere, de sus estudiantes; empero, de nueva cuenta, muestra este rasgo general y superficial en su explicación, ya que sólo exhibe la relación de otros dominios base con su “Conocimiento sobre la contextualización del contenido científico” y no los subconocimientos que le dan amplitud y profundidad a cada uno de estos conocimientos base.

Segunda Práctica Docente (ver Anexo V)

Para cerrar esta etapa intermedia en el monitoreo del PCK de la maestra pero ahora a nivel práctico, se observó la segunda práctica docente de la profesora que trató sobre la reproducción y etapas del desarrollo humano.

La clase comenzó con una breve introducción para hacer evidente al grupo la temática de la clase. A través de que la profesora preguntó a los estudiantes si alguno de ellos podía explicar de qué trató la lectura sobre la reproducción y etapas del ser humano, ésta fue una evidencia de que los alumnos tenían ciertas nociones sobre este tópico; además, que enseguida expresó literalmente que ya habían tocado ese tema en múltiples actividades, inclusive en grados anteriores. Posteriormente, dentro de este marco introductorio, lanzó al grupo una pregunta detonadora: *¿quién me dice qué es la reproducción?* y las respuestas que surgieron fueron las siguientes:

- *Es cuando una mujer y un hombre procrean un hijo*
- *Es cuando ha nacido un nuevo ser vivo*

Luego entonces, retomó la segunda participación del alumno y comentó que, efectivamente, se habla de reproducción cuando se origina una nueva vida, así que, como parte de esta idea que se manejó en el grupo, la docente preguntó si sólo se reproducen los seres humanos recibiendo respuestas de los alumnos relacionada con que los animales y las plantas también lo hacen. Respecto a los segundos, un alumno explicó de una manera general uno de los procesos de

reproducción por acción de una abeja al extraer y depositar el polen de una planta macho a una hembra respectivamente.

La docente formuló otra pregunta que involucraba una interpretación y categorización de información (**DRM**), le cuestionó al grupo qué diferencias existen en términos de reproducción entre el ser humano, los animales y las plantas. Los alumnos involucraron sus conocimientos de la vida diaria, los ejemplos que dieron para fundamentar las diferencias se muestran a continuación:

- *Los animales no se pueden parar así derechos y caminar, sólo pueden andar en cuatro patas.*
- *Por ejemplo, mi perrita tuvo doce cachorros. Todos (los seres vivos) somos distintos en apariencia, los perritos no pueden hablar y las plantas están plantadas en la tierra y nosotros no, ni lo animales*
- *El tiempo de un embarazo de un animal puede durar más o puede durar menos (comparándolo con el ser humano)*

Aunque no lo escribieron en el pizarrón, propició que los alumnos fueran catalogando características de las plantas, animales y ser humano para contrastarlas y relacionarlas; por esta razón se relacionó esta actividad con el desarrollo de la habilidad de pensamiento científico de la colección de datos y su representación (mental en este caso).

La docente hizo un cierre parcial de esta primer actividad a través de un discurso corto en el que intentó retomar las participaciones y el conocimiento que ella quería que se aprendiera:

“Parte de la esencia no es que sí tienen muchos o sí tienen pocos (crías), sí camina derecho, sí es diferente. La diferencia es que (...) el ser humano piensa, el ser humano tiene la capacidad de pensar y por eso mismo es diferente la situación, pero también, a parte de pensar, también tienen sentimientos, entonces ya son cosas diferentes. Para que lleve a cabo esa reproducción, primero vamos a checar cuáles son las etapas de la vida del ser humano y hacia donde llega.

A ver, vamos a hacer un mapa conceptual entre todos... saquen su cuaderno para que vayan anotando y lo vamos a ir armando primero que nada para ir viendo las diferentes etapas para llegar a la reproducción. Vamos a ver cómo dicen que se hace la reproducción, cómo se unen los espermatozoides... todo. Entonces vamos a hacer un mapa conceptual, vamos a utilizar el

cuaderno acostado para que más o menos nos quepa pero ustedes me van a ir diciendo cómo sería”.

La diferencia en el actuar entre el ser humano, los demás animales y las plantas es su capacidad de representar. Si se acude a Ian Hacking (1983), el ser humano a lo largo de su vida trata de representar e intervenir en un mundo que le demanda una cantidad enorme de habilidades para el desarrollo en los ámbitos económicos, sociales, científicos, tecnológicos, artísticos, ambientales, etc; en beneficio del lugar en el que se desenvuelve.

Referente a la estrategia que utilizó para la segunda etapa de su práctica docente, ésta se llevo a cabo de manera grupal. Luego entonces, tomando en cuenta la construcción de un mapa conceptual del tema reproducción en función de la etapas de la vida es posible asociar esta actividad con el desarrollo de la habilidad de pensamiento científico de **DRM**, ya que le pidió a los alumnos pensar en la información que tenían en ese momento en el aula, ya sea explícita y/o implícita, para que organizaran sus datos y los representaran por medio de este mapa conceptual.

Lo interesante es que a través de la creatividad de los alumnos, la docente conciba y propicie las múltiples formas de pensamiento en cuanto a la selectividad de datos, formas de categorizarlos y maneras de representarlos para ilustrar sus características. Es importante señalar esto, sobre todo por la ubicación del tema y la estrategia de acuerdo con el grado para el que imparte (quinto y sexto de primaria), ya que la lógica de tener a los alumnos más avanzados de la educación primaria conduce al intento en propiciar la diversidad de criterios de selección y organización en aras de retroalimentar de manera grupal esta habilidad.

Después de que el grupo estaba enterado sobre la actividad a realizar en el aula, la profesora echo a andar la actividad por medio de la siguiente indicación a los alumnos:

“Entonces etapas de desarrollo... puede ser un círculo, un cuadrado, lo que sea, ahorita es como cada quien lo quiera hacer, pero éste es el tema central ahorita para poder llegar al tema de reproducción. Quién de ustedes me dice ¿cuáles son las etapas del desarrollo humano? ¿por cuáles etapas pasa el ser humano a lo largo de su vida?”

De acuerdo con el extracto anterior, la profesora sólo le dio libertad al alumno para elegir el formato con el que elaboró su mapa conceptual, el diseño en cuanto a la representación corrió a

cargo de la docente y la selección de contenidos fue hecha por los alumnos en función de las preguntas que formuló para guiar esta colección de datos. A continuación se enlistan las etapas en la vida del ser humano que nombraron los alumnos:

- a) Infancia
- b) Adolescencia
- c) Adultez
- d) Vejez

Además de ir nombrando cada una de las etapas del ser humano, la docente también les preguntaba a los alumnos sobre el periodo en años que abarcan cada una de estas etapas en la vida del ser humano y las descripciones de cada una de estas, con fines de ilustrar que tanto la docente asumió un rol de guía o un rol de dadora de información se muestra la tabla 11.

Durante la selección del contenido del mapa conceptual de las etapas del desarrollo del ser humano, la docente formuló una pregunta que desencadenó la discusión y un poco el manejo de argumentos por parte de los alumnos (**AG**), enseguida la secuencia de lo dicho en la clase en ese momento:

Valentina: “(...) ustedes (alumnos) consideran que al tener un hijo es bueno tenerlo en la adultez, en la vejez o en la adolescencia”

Alumno 1: “En la adultez, cuando ya empiezas a pensar las cosas bien y te vas por el buen camino”

Valentina: “Ah, muy bien y cuál es el mal camino”

Alumno 1: “Cuando en la pubertad tienes un embarazo no deseado”

Valentina: “Y qué pasa cuando en la pubertad tienes un embarazo, porque mucha gente tanto en la pubertad como en la adolescencia tienen un bebe ¿qué pasa entonces?”

Alumno 2: “Pues ellos se quieren salir a divertir y ya cuando tienen un hijo no lo pueden hacer, ya no pueden salir a divertirse porque tienen más responsabilidades.”

Alumno 3: “Yo opino, que la mejor forma de tener un hijo es cuando ya quieras esa responsabilidad en tu vida, por ejemplo, en la adolescencia pues están echando relajo, por eso digo que cuando tengas ya más madurez”

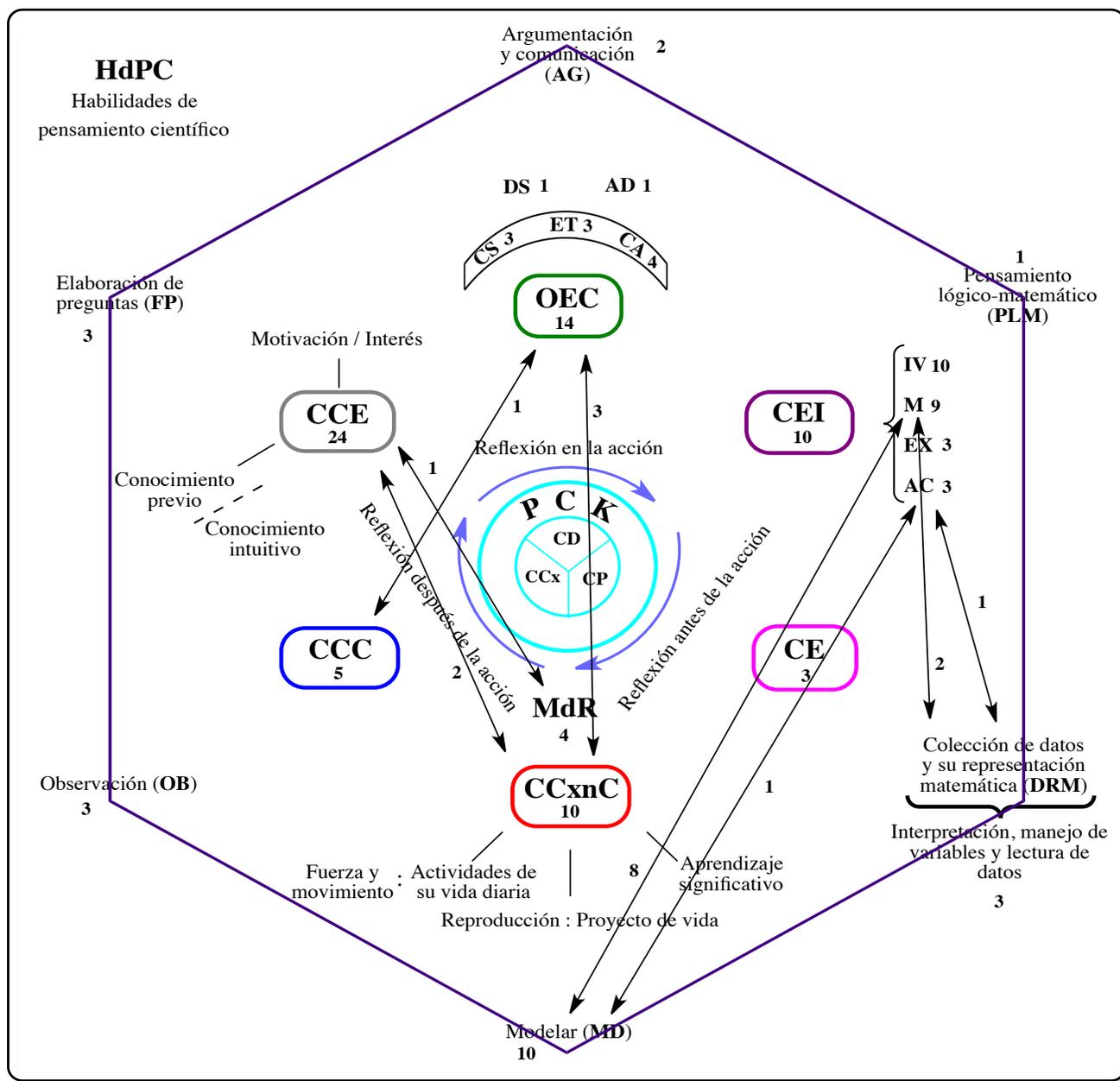
Tabla 11. Contenidos del tema reproducción y las etapas del ser humano discutidos en la segunda práctica docente de Valentina

Etapa de desarrollo	Valentina	Alumnos
Infancia	<p>Duración: desde cero a diez años.</p> <p>Descripción: el ser humano aprende habilidades como caminar, leer, hablar y escribir. Se trata de una etapa muy larga en la que suceden la mayoría de los cambios</p> <p>Idea de representar por un dibujo de esta etapa</p>	<p>Duración: desde que nace el ser humano.</p> <p>Descripción: se aprende a hablar y caminar, el cuerpo se desarrolla muy rápido (crecimiento)</p>
Adolescencia	<p>Duración: De los 10 a los 18-20 años.</p> <p>Descripción: Ocurren y empiezan los cambios físicos, cambio en la maduración y emocional</p>	<p>Duración: De los 10 a los 18 años.</p> <p>Descripción: La pubertad como una etapa en donde ocurren cambios de pensamiento (intereses) y cambios secundarios en su cuerpo como cambio de voz, aumento de la masa muscular, crecimiento de genitales, en las mujeres se ensanchan las caderas y en los hombres la espalda</p>
Adulthood	<p>Duración: De los 18-20 a los 60-65 años</p>	<p>Duración: De los 18 a los 60 años</p> <p>Descripción: Se encuentra la madurez que significa que hay más responsabilidades</p>
Vejez	<p>Descripción: El cuerpo y las funciones empiezan a deteriorarse</p>	<p>Descripción: Disminuyen las capacidades, aparecen arrugas, se gastan los huesos, incontinencia, el cabello cambia de color a gris-blanco, se gasta la vista</p>

Con lo anterior se ilustra la habilidad docente de Valentina sobre cierto grado de diversificación en su práctica docente, ya que formuló una pregunta que originó una actividad de contextualización (CX) debido a la ubicación del tema de reproducción y etapas de desarrollo humano en la vida diaria de los estudiantes.

3.4. Construcción del segundo perfil intermedio del PCK de Valentina

A diferencia del perfil anterior, el presente posee una base de habilidades de pensamiento científico con una geometría hexagonal, sigue imperando la modelización como habilidad de pensamiento científico (**HdPC**) predominante en este nivel de conocimiento base en el PCK de Valentina.



Esquema 11. Perfil del PCK de Valentina determinado por la interpretación de los datos en la segunda etapa de su profesionalización.

De acuerdo con el Esquema 11, el segundo estadio de dominios base contiene, ahora si, todos los conocimientos base propuestos por Padilla (2014); empero, no hay una interrelación entre éstos que haya causado alguna geometría en el PCK.

Tabla 12. Intra e interrelaciones de los dominios y/o subdominios halladas en el PCK del estudio de caso del presente trabajo.

Interacción en el PCK	Tipo de interacción	Frecuencia
CA - CS	Intrarrelación	2
AC - M	Intrarrelación	1
M – MD	Interrelación	9
CCxnC – CA	Interrelación	1
OEC – CCC	Interrelación	1
OEC – CCE	Interrelación	4
OEC – CCxnC	Interrelación	2
CCE – CCxnC	Interrelación	2
OEC – ET	Interrelación	3
CCE – MdR	Interrelación	1
AD – EX	Interrelación	11
AC – MD	Interrelación	1
AC – DRM	Interrelación	1
MD – DRM	Interrelación	2
M - DRM	Interrelación	1

3.5. Etapa Final

3.5.1. Tabla Curricular y secuencia didáctica

En esta etapa culminante se esperaba la inserción y aplicación de lo aprendido por la docente en su etapa como alumna del TAECI y con esto evidenciar un posible inicio de una transformación en su práctica docente con el ideal y propósito principal de mejorarla. La vía para encontrar indicadores como base para sustentar la esperada transformación fue comparando los conocimientos base que componen su PCK para encontrar diferencias y similitudes; si se piensa como un continuo, desde el comienzo de esta profesionalización, quizá desde el primer día empezó a cambiar su práctica docente; a pesar de que el monitoreo fue periódico, sólo fueron posibles colecciones de datos instantáneas en el continuo de su profesionalización para capturar, documentar y representar sus perfiles de PCK durante las etapas inicial, intermedia y final de su búsqueda para aprender a enseñar ciencias naturales en la educación primaria.

La primera estación en esta etapa final consistió en un cambio de rol en la profesora, de una docente *aprendiz de ciencias*, a una profesora en colaboración con el equipo TAECI para el diseño de una secuencia didáctica para enseñar y aprender un tema de las ciencias naturales. Tocó el turno de elaborar una tabla curricular para propiciar en la docente la exploración, análisis y uso del programa de estudios de la SEP 2011 para que fuera una de las herramientas utilizadas en la creación de modelos didácticos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

En el momento que realizó el llenado de esta tabla curricular, ella impartía clases para el sexto grado de primaria, por lo que seleccionó el bloque II “*¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Cambiamos con el tiempo y nos interrelacionamos, por lo que contribuyo a cuidar el ambiente para construir un entorno saludable*”. Este bloque está dividido en tres temas que se muestran a continuación:

1. ¿Cómo sabemos que los seres vivos cambiamos?
2. ¿Por qué soy parte del ambiente y cómo lo cuido?
3. ¿Qué es el calentamiento global y qué puedo hacer para reducirlo?

Cada uno de estos temas contiene aprendizajes esperados que están indicados en el programa de estudios (SEP, 2011), enseguida estos aprendizajes esperados:

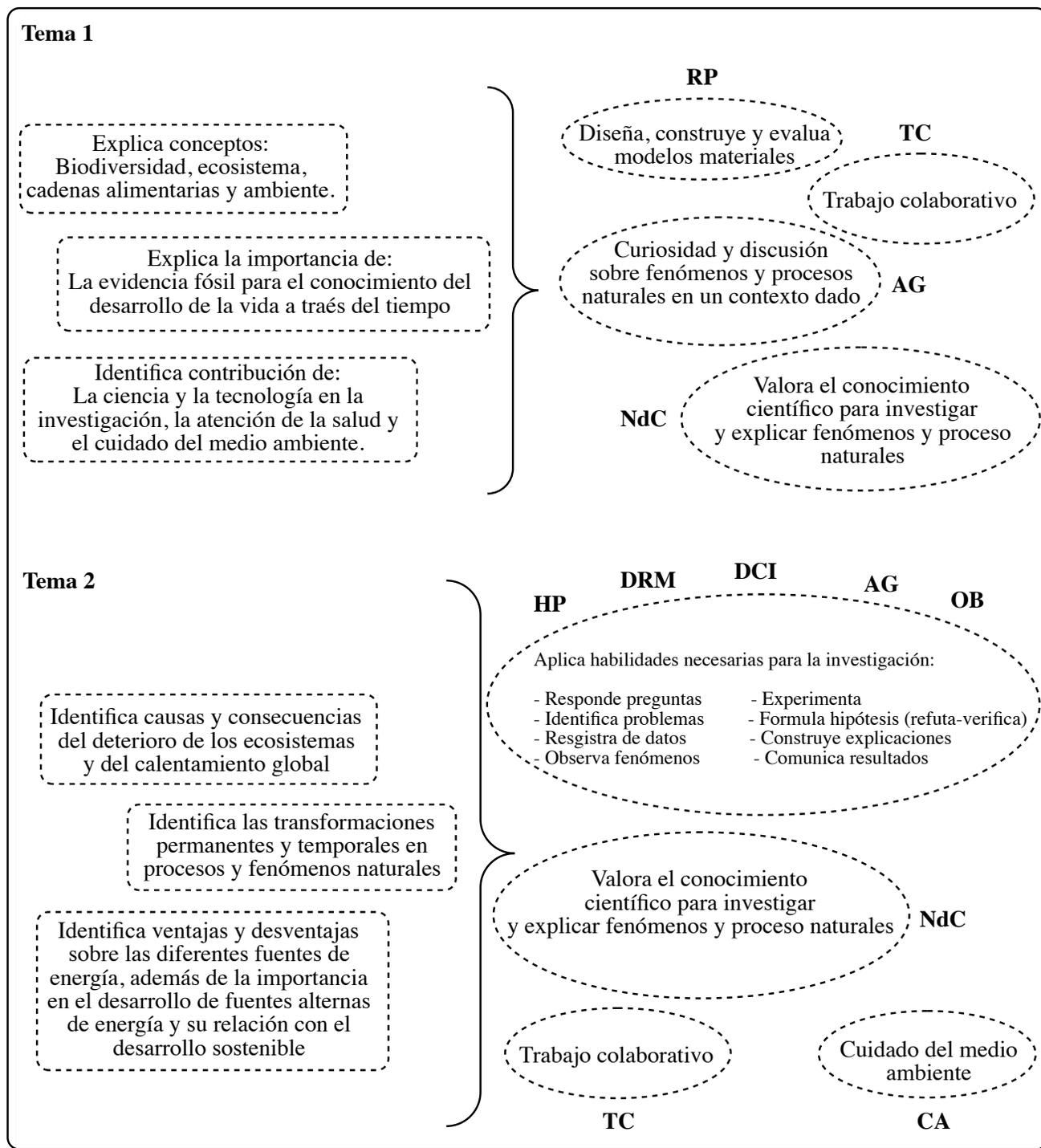
- 1: el primer aprendizaje se basa en explicar que los seres vivos y el medio natural han cambiado a través del tiempo, además de la importancia de los fósiles en la reconstrucción de la vida en el pasado. El segundo corresponde a proponer acciones para cuidar a los seres vivos al valorar las causas y consecuencias de su extinción en el pasado y en la actualidad.
- 2: el primero es que el alumno se identifique como parte del ambiente y que éste se conforma por los componentes sociales, naturales y sus interacciones. El último está dirigido a la práctica de acciones de consumo sustentable con base en la valoración de su importancia en la mejora de las condiciones naturales del ambiente y la calidad de vida.
- 3: El aprendizaje esperado inicial en este tema pretende que el alumno proponga acciones para disminuir la contaminación del aire a partir del análisis de las principales causas y sus efectos en el ambiente y la salud. El segundo es que el estudiante identifique qué es y cómo se generó el calentamiento global en las últimas décadas, sus efectos en el ambiente y las acciones nacionales para disminuirlo.

Prosiguió una casilla de real interés en cuanto al conocimiento base OEC y su conexión con las HdPC que concibe trascendentes para cada uno de los temas descritos del bloque II. Resulta ser que la tercera columna de esta tabla curricular perteneciente a los estándares de la disciplina fue dividida en dos: sobre el contenido (saber) y sobre el procedimiento (saber hacer). En el programa se ubica una lista de estas dos vertientes que necesariamente no están tácitamente relacionadas con cada uno de los aprendizajes esperados de los temas del bloque. De esta manera, con base en su criterio docente, posiblemente modificado por la experiencia del TAECI, eligió y relacionó los que para ella son pertinentes vincular con el bloque, el tema y aprendizajes esperados que seleccionó.

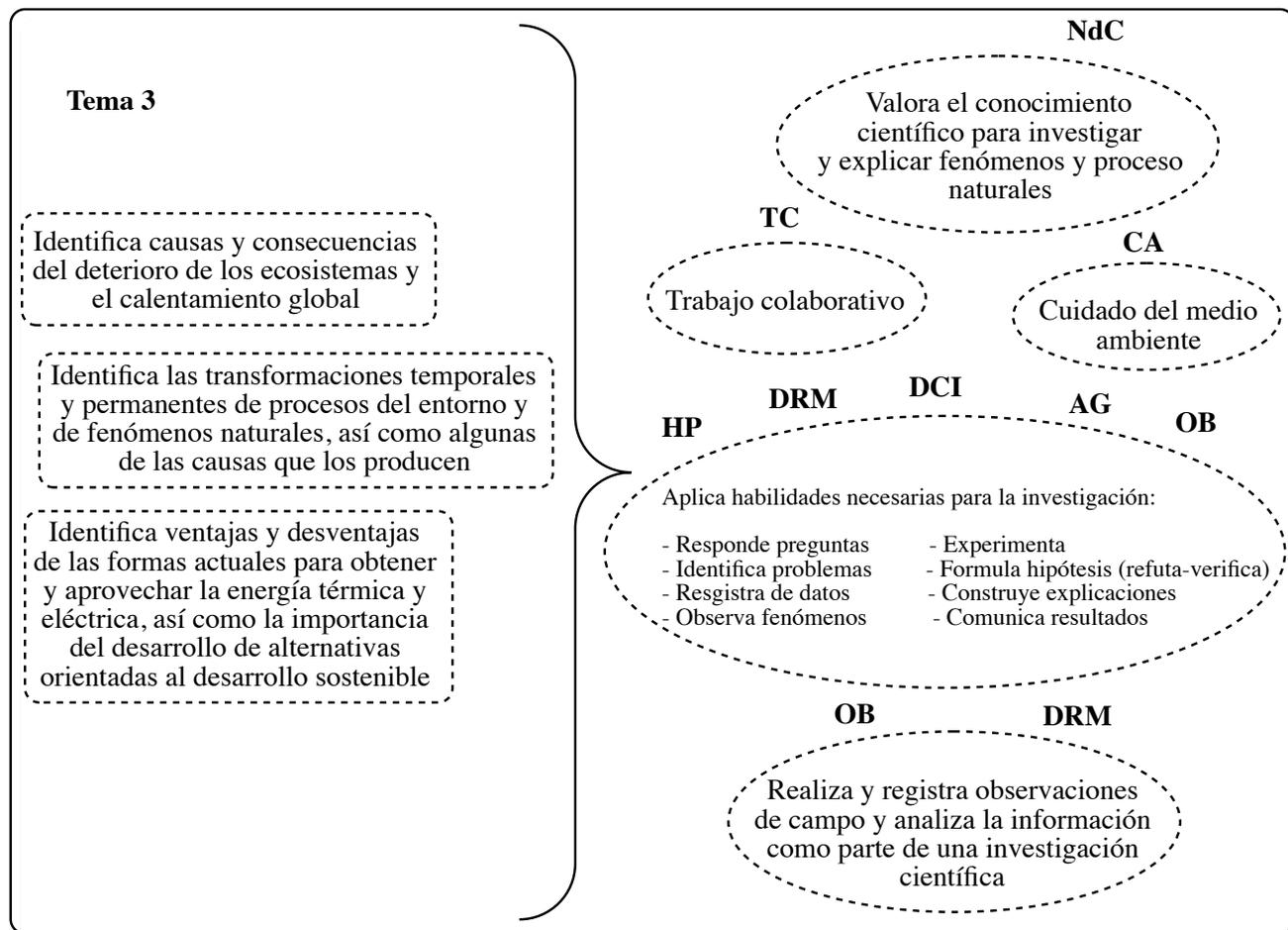
Así que, para dar un panorama general del llenado de la tabla curricular por la docente se muestra en el Esquema 12 y 13 el conjunto de saberes de contenido y de procedimiento para cada uno de los temas:

Como se muestra en el Esquema 12, los saberes procedimentales (estándares de procedimiento) fueron relacionados con algunos subdominios o dominios base de su PCK con base en el modelo de Padilla (2014). Es de suponerse que estos saberes se pueden desarrollar cuando la docente

diseña e implementa ambientes didácticos para enseñar y aprender lo esperado en este bloque II (HdPC, contenido disciplinar, actitudes y valores).



Esquema 12. Con base en el criterio de Valentina, la docente estableció las relaciones del conocimiento disciplinar con las habilidades de pensamiento científico que se pueden construir al enseñar estos tópicos.



Esquema 13. Con base en el criterio de Valentina, la docente estableció las relaciones del conocimiento disciplinar con las habilidades de pensamiento científico que se pueden construir al enseñar estos tópicos.

Con base en su elección mostró, en un nivel discursivo, algunos de los dominios base y subdominios que están presentes en su PCK. Si se observan los estándares de procedimiento para cada uno de los temas que conforman los aprendizajes esperados del bloque II, el trabajo colaborativo (**TC**) fue detectado en los tres temas siendo una evidencia del conocimiento base **CEI**. Esto puede ser indicador del sesgo en la dinámica de clase de la docente respecto a la formación y trabajo en equipos como una manera en la que los alumnos deben trabajar para desenvolverse de manera colaborativa y propiciar la construcción de los saberes propuestos.

La naturaleza de la ciencia (**NdC**) también fue uno de los enfoques implícitos en uno de los estándares que eligió para la enseñanza y aprendizaje de cada uno de los temas. Dicho punto del

currículo se refiere al propósito de que el alumno aprenda a valorar y dar sentido al conocimiento científico para explicar e investigar tanto en la ciencia escolar (contexto cotidiano) como en la de frontera (investigación especializada). Seguramente, dado el nivel de enseñanza de las ciencias por parte de Valentina, impera la vía explícita para que el estudiante de quinto o sexto de primaria sea consciente de esta relevancia de la disciplina.

El último componente del conocimiento base **CEI** fue en enfoque Ciencia-Ambiente (**CA**), el cual fue hallado en dos de los tres temas (dos y tres) del bloque ¿cómo vivimos?, Éste es un enfoque lógico en cuanto a su aparición por medio del análisis de los datos, debido a que los temas del bloque guardan una relación directa entre la ciencia y el ambiente (ecosistemas y calentamiento global); aunque no es la única relación existente con la ciencia ya que también interviene la tecnología y la sociedad. Este enfoque no es ajeno para ella, como expresó en los distintos instrumentos para la colección de datos, ella intenta involucrar éste en la distintas estrategias para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, donde los aprendizajes esperados del bloque II no son la excepción.

Para el conocimiento base **CEI**, la docente eligió el estándar que es asociado con la estrategia de enseñanza y aprendizaje de las ciencia del trabajo colaborativo (**TC**); luego entonces éste puede ser un indicador de que la maestra opta principalmente por la formación de equipos donde los estudiantes trabajen de manera colaborativa. Esta mención del **TC** la indicó también en distintas ocasiones gracias a la introspección causada por la entrevista, cuestionario y/o práctica docente. Como se ha señalado en este análisis de resultados, está frecuencia en los componentes del **PCK** de Valentina le atribuye cierto grado de consistencia al menos en lo discursivo y en este componente.

La mayor detección fue para el dominio base **HdPC**, el cual intenta tomar en cuenta para el diseño y aplicación de secuencias didácticas en los tres temas del bloque II, destacando el sistema de habilidades de pensamiento científico que debe aplicar el alumno para llevar a cabo una investigación bajo la guía y colaboración del docente y de alumnos-docente respectivamente. Los componentes de este sistema son: la formulación de hipótesis (**HP**), la colección de datos y su representación matemática (**DRM**), el diseño y conducción de investigaciones científicas (**DCI**), la argumentación y comunicación de los hallazgos en cuanto a un sistema explicativo (**AG**), la observación (**OB**) y la representación (**RP**).

Para la segunda tabla tuvo que realizar preguntas de carácter semiabierto que englobaran los aprendizajes esperados para cada uno de los temas y fueran lo potencialmente precursores del desarrollo y uso de las habilidades de pensamiento científico por el alumno. A diferencia de la tabla anterior, ésta es mucho más específica en el contenido del saber, saber hacer y saber ser (tanto en lo individual como en lo colectivo).

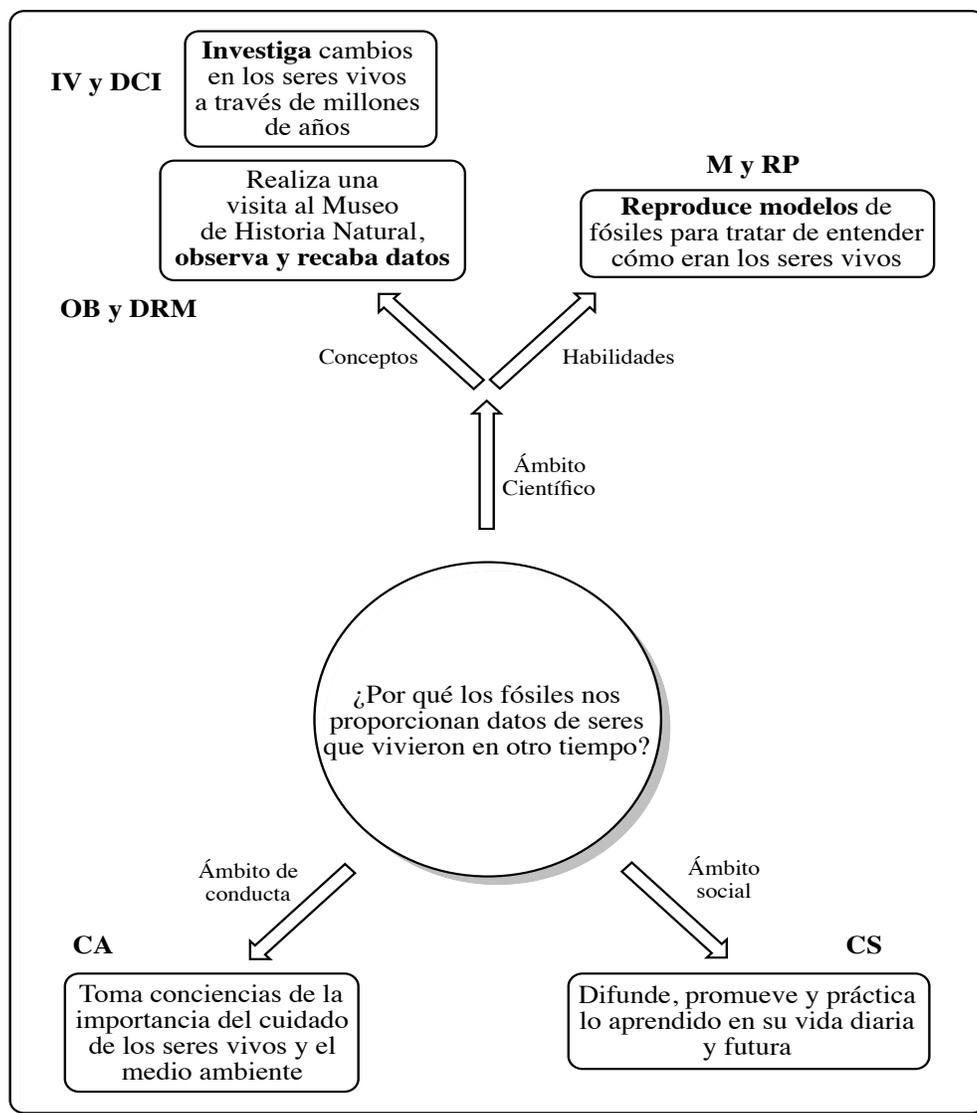
El siguiente esquema muestra la conexión de cada uno de los temas con las competencias que ella pretende construir y desarrollar en los estudiantes:

En primera instancia, la docente cambió la pregunta del tema 1 ¿cómo sabemos que los seres vivos cambiamos? para transformarla en la pregunta de carácter semiabierto que es mostrada en el Esquema 14. En la construcción de una posible respuesta para esta nueva pregunta, la profesora debe propiciar que los estudiantes realicen actividades dentro y fuera del aula que estimulen las **HdPC** de observar (**OB**), diseñar y conducir pequeñas investigaciones (**DCI**), coleccionar datos y representarlos de alguna manera (**DRM**) y representar por medio de un modelo material a los fósiles (**RP**). El alcance de estas habilidades de pensamiento científico está en función de la comunión docente-alumno y alumno-alumno en las actividades diseñadas y aplicadas por la profesora con base en las estrategias para la enseñanza del tema 1: investigación (**IV**) y modelización o modelaje (**M**).

En cuanto a la última estrategia mencionada en el párrafo anterior (**M**) y la habilidad de pensamiento científico relacionada (**RP**), esta dupla deriva de la competencia en el ámbito científico sobre las habilidades de pensamiento científico que pretende desarrollar en el proceso de enseñanza y aprendizaje del tema en cuestión. En ese enunciado, la acción “reproducir” acude a una enseñanza tradicional de las ciencias naturales, por lo que una expectativa referente a la reflexión y criterio docente de la profesora es que modifique este verbo por el de “realizar” procurando mantener un matiz de libertad en cuanto al diseño y elaboración del modelo por parte del alumno bajo la guía de Valentina.

También, incluyó competencias en el ámbito conductual y social del estudiante las cuales se relacionaron con los enfoques de ciencia y ambiente (**CA**) y ciencia y sociedad (**CS**), los cuales si son sumados al enfoque resultante, corresponde al **CSA** que posiblemente pudiera asumir la profesora cuando aplique su planeación en aula.

Respecto al tema 2, sólo se detectó el componente investigación (IV) correspondiente al dominio base CEI y la HdPC de diseño y conducción de investigaciones científicas (DCI) en el estándar del ámbito científico referente a los conceptos. De nueva cuenta, es lógico suponer que para propiciar el desarrollo de la HdPC del diseño y conducción de una investigación científica la condición didáctica deber ser idear y aplicar una actividad dentro o fuera del aula que se fundamente en una estrategia didáctica de realizar una investigación.



Esquema 14. Pregunta de carácter semiabierto que generó Valentina para diseñar actividades didácticas que propicien la construcción de las tres competencias con base en el programa de la SEP (2011)

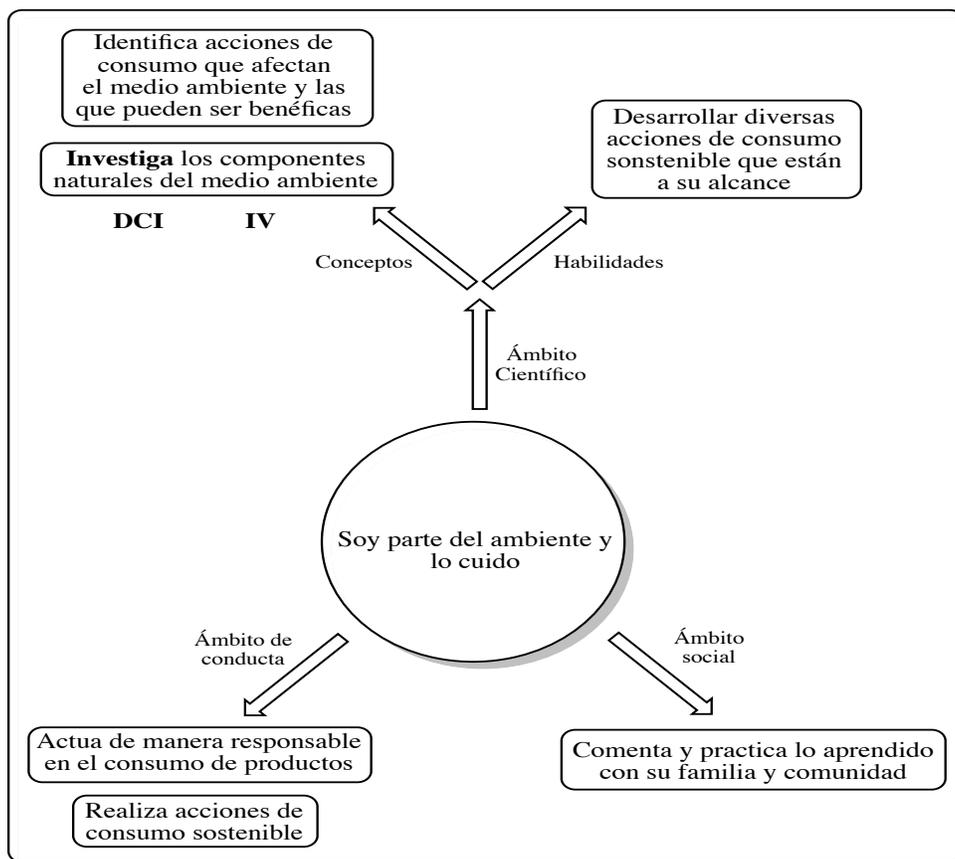
El estándar que se refiere a la identificación por el alumno de acciones de consumo que afectan o benefician el medio ambiente careció de caracterización en su PCK, ya que esta identificación de la que habla el programa de estudios puede ser realizada por medio de la memoria o sentido común del alumno; así que, la identificación necesariamente no está ligada con una habilidad de pensamiento científico que el alumno pueda estimular bajo un quehacer científico.

Dentro del ámbito científico pero referente al estándar de **HdPC**, la docente decidió asociar el desarrollo de algunas acciones de consumo sostenible aplicadas por el alumno como un objetivo didáctico en su práctica docente. Sin embargo, éste presenta una asociación más directa con un estándar del ámbito de conducta y por ende social, claro está que para que ocurra esta acción, el alumno debe poner en práctica su criterio científico, ambiental, económico y social para llevar a cabo estos mecanismos, es decir, va más allá de la mera construcción de una habilidad de pensamiento científico (saber hacer) ya que está posicionada en el saber ser. Ésta relación estrecha con el saber hacer también se identificó en los sendos estándares de ámbito de conducta y en lo social.

Con frecuencia, el programa y por consecuencia sus decisiones respecto a qué enseñar del tema del bloque II giran entorno al bosquejo y aplicación de la estrategia de investigación (**IV**) y desarrollar con ésta la **HdPC** del **DCI** y, al mismo tiempo, los contenidos de calentamiento global, contaminación y cambio climático.

En el caso de la otra vertiente en el ámbito científico, existe una diferencia en la aplicación de la estrategia de investigación propuesta y tomada por el programa de estudios (SEP, 2011) y Valentina respectivamente. Se trata de un énfasis sobre realizar la actividad de investigación bibliográfica (**IV** y **DCI**) por el alumno sobre el tópico del calentamiento global, por lo que esto hace pensar que las otras investigaciones presentan la flexibilidad de realizarlas con base en la experimentación o en su defecto la combinación de éste con la literatura. También, de esta actividad se desprende la construcción de un modelo por parte del alumno y bajo la guía de la docente sobre el calentamiento global, donde la utilidad principal es ilustrar este fenómeno y usar esta representación para entenderlo y explicarlo dentro y fuera del aula (**M** y **RP**).

A través de estas dos estrategias, ella pretende formar al estudiante en los niveles del saber ser (estándares de conducta y sociales) para que sea capaz de aplicar lo que sabe en su beneficio y del entorno social en el que está inmerso.

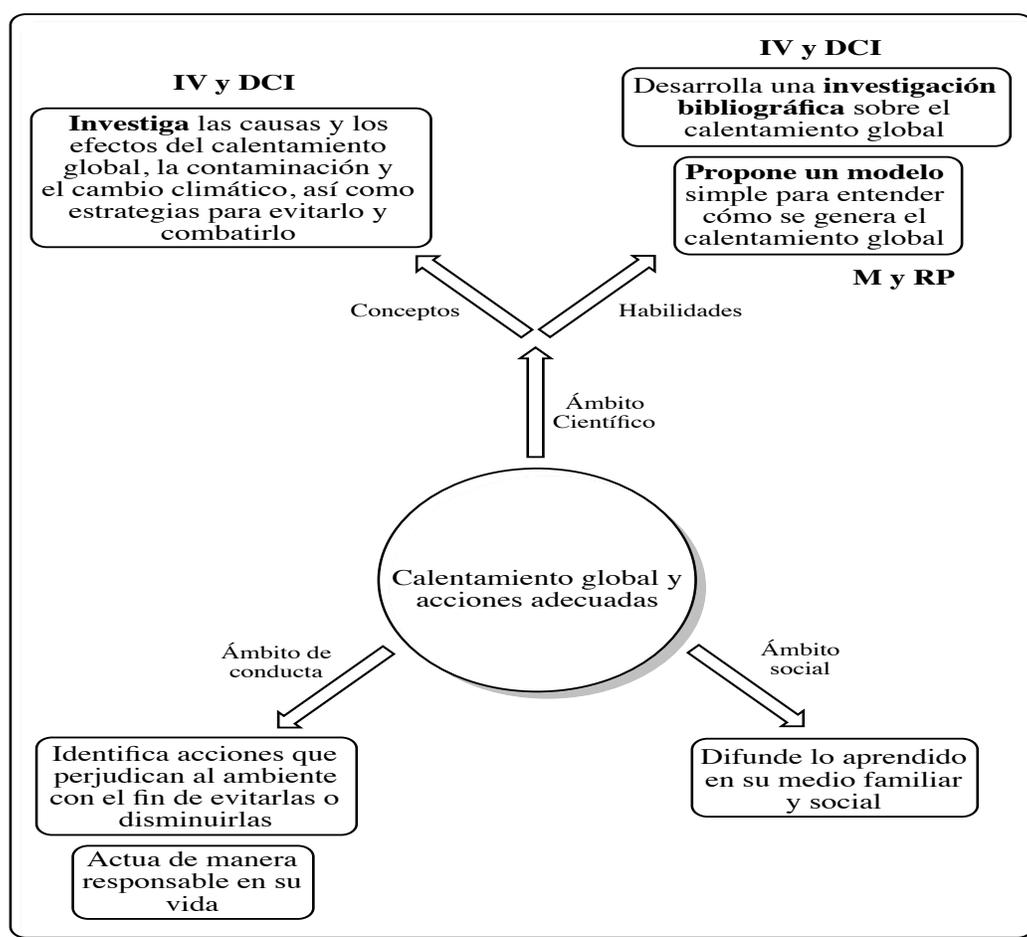


Esquema 15. Representación de la relación de las competencias que pretende construir la docente de estudio a partir de la enseñanza y aprendizaje del tema “Soy parte del ambiente y lo cuido”

Derivado de esta exploración, análisis y utilización del programa de estudios de la SEP 2011 vía la construcción de estas tablas curriculares, la docente realizó una secuencia didáctica para el bloque discutido en este apartado (ver Anexo VII). La secuencia diseñada se rige bajo el gran título del bloque II “¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? Cambiamos con el tiempo y nos interrelacionamos, por lo que contribuyo a cuidar el ambiente para construir un entorno saludable”. Derivado de éste, se encuentran tres grandes preguntas que desencadenan las actividades propuestas por la docente y que para ella se trata de un modelo didáctico pertinente para enseñar y aprender los contenidos incluidos en dicho bloque.

La actividad número uno tiene como base la pregunta ¿por qué los fósiles nos proporcionan datos de seres que vivieron en otro tiempo? y de ésta se desprende la cuestión desencadenante ¿los seres vivos han sido siempre iguales a lo largo del tiempo en cuanto al tamaño, estructura, etc.?. Con esto, la docente pretende propiciar, a la par de la construcción de una posible respuesta a estas preguntas junto con los estudiantes, el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico de **OB**, **DRM** y **AG**. Así que, ella se plantea el siguiente objetivo didáctico:

- Observa diferentes fósiles, analiza y discute llegando a conclusiones



Esquema 16. Relación del tópico “Calentamiento global y acciones adecuadas” con las competencias en el ámbito científico, social y de conducta que pretende propiciar Valentina en el aula.

Para dar respuesta a la dos preguntas generadas, la profesora propone dos actividades de manera muy general, la primera consta de la elaboración de una línea del tiempo donde sean ilustradas las distintas etapas de diferentes seres vivos de acuerdo con los cambios de éstos. Como segunda

actividad también recurre de nueva cuenta a la modelización, pero ahora con el sesgo de hacer un modelo material de un fósil ocupando yeso, plastilina, aceite, cuchara y un recipiente.

El componente **M** (modelización) del dominio base **CEI** fue interpretado por medio de las dos actividades que formuló y por ende la habilidad de pensamiento científico de representar (**MD**) que es inherente de esta estrategia didáctica. Es interesante plantearse una serie de ideas basadas en cómo adaptar esta estrategia para que los alumnos aprendan sobre la trascendencia de la exploración de restos óseos y fósiles de algunos mamíferos, con la finalidad de concebirlos como evidencia para la determinación de modelos de esos seres vivos que han dejado de existir o ha cambiado su constitución hasta el día de hoy. Es por eso que la actividad no sólo debiera realizarse bajo el simple hecho de elaborar un fósil como modelo material, sino también a partir de varias “piezas” ir construyendo una posible representación del ser vivo en cuestión por medio de un dibujo.

La primera actividad puede asociarse con la **HdPC** correspondiente a la colección de datos y su interpretación (**DRM**); debido a que el estudiante debe disponer de datos derivados de una investigación en la literatura o de la observación de una imagen de algún ser vivo para poder organizarlos a través de una línea del tiempo.

Después, la docente diseñó la segunda actividad bajo la gran pregunta ¿por qué tú formas parte del medio ambiente? donde el alumno tiene la encomienda de realizar un dibujo de él mismo rodeado de la naturaleza; una vez más utiliza una estrategia de modelización (**M**) para crear un ambiente didáctico idóneo para el desarrollo de la habilidad de pensamiento científico de **RP** en el alumno. Como supuesto de esta actividad es lógico plantear que, a través de este dibujo, pretende que el estudiante realice un modelo tan aproximado a la realidad como le sea posible, debe concebirse como parte de este sistema que es la naturaleza, en particular de un cierto ecosistema. A la par de esto, el alumno debe ser capaz de diferenciar a cada uno de los seres vivos con los que interacciona y el medio físico que cuenta el hábitat en el que se relaciona. Es por esta razón que entre más componentes tenga la representación del alumno donde se ilustren las interdependencias de éstos en el sistema, luego entonces el modelo será pertinente para aprender tanto la habilidad de pensamiento científico de representar como también el contenido indicado para este tema.

Dentro de esta gran pregunta, que rige la primera actividad, se incluye también otra pregunta que guía la tercera actividad de la secuencia didáctica realizada por la docente: ¿qué acciones realizas tú para ayudar o afectar a su conservación (de la región natural)? La propuesta de actividad es que los estudiantes lleven a cabo, por equipos, una exposición donde el contenido verse sobre las acciones que contribuyen o afectan al cuidado del medio ambiente. Un punto que destaca en la propuesta de la profesora es que intenta provocar la reflexión en el alumno sobre el impacto de estas acciones (naturales o por la actividad del ser humano) en el ambiente que lo rodea y crear valores y actitudes que se adhieran al cuidado de la naturaleza.

Otra actividad que propone la profesora es la investigación (**IV**); busca que el estudiante realice una búsqueda bibliográfica para dar respuesta a la pregunta ¿cómo se lleva a cabo un desarrollo sostenible?. De manera complementaria, la docente especifica que el alumno, además de definir al desarrollo sostenible, debe incluir ejemplos para ilustrar aún más esta gran idea. Sin embargo, la docente sólo explicitó el objetivo didáctico en términos del saber, de manera implícita es plausible partir del supuesto de que por medio de esta actividad el alumno estimulará un dominio del saber hacer, es decir, al menos una habilidad de pensamiento científico: el diseño y conducción de investigaciones científicas (**DCI**).

Relacionado con el párrafo anterior, es importante reflexionar sobre cómo está implementando esta actividad para la enseñanza y aprendizaje del desarrollo sostenible. El alumno de quinto o sexto grado de primaria debe ser consiente, a través de la guía del profesor, que hay fuentes de información que están validadas por alguna institución u organismo público tanto en la literatura impresa como en la electrónica, en esta última el estudiantado de todos los niveles de educación hace uso del internet como un tipo de base de datos para consumir la información que en ésta se encuentra, pero en muchas ocasiones el contenido de las páginas no es del todo confiable; por esta razón, es trascendente guiar a los estudiantes hacia una mejor colección de datos y sobre todo que aprendan a reconocer la importancia de las citas para reconocer el trabajo de los demás.

Con la idea de medio ambiente y desarrollo sostenible, la docente propone hilar estos dos temas con el consumo que hace el ser humano de los recursos naturales y, por ende, en los productos comerciales derivados de esta acción para desarrollarse en todos los ámbitos; así que propone que los alumnos elaboren una lista de las compras cotidianas relacionadas con la despensa que hace su familia y que por supuesto el estudiante conoce. Después, la profesora invita a la reflexión al

encargarles a los alumnos que categoricen sus datos en dos grupos, el primero se refiere a los productos necesarios y el segundo a los superfluos. En seguida, la profesora propicia que los alumnos involucren otra clasificación de sus productos de consumo donde el parámetro de categorización es si el producto corresponde a un consumo “responsable” y “no responsable”. Por último, de manera grupal los estudiantes, junto con Valentina, analizan y llegan a un consenso sobre los productos de consumo más responsable.

Analizando cada una de las actividades que conforman la propuesta de la profesora resalta la estrategia de contextualización (**CX**); ya que la dinámica en las actividades parten de un conocimiento que posee el alumno a partir de su vida diaria. También, implícitamente trata de propiciar, de manera muy guiada, una aproximación de la construcción de la habilidad de pensamiento científico sobre la colección de datos y su representación (**DRM**), debido a que les solicita categorizar sus datos por medio de parámetros generales. Con relación al cierre, el modelo didáctico diseñado por la profesora sugiere el desarrollo de la **HdPC** de **AG**; el alumno, en las actividades de clasificación va utilizando su criterio contemplando las razones pertinentes para tomar decisiones y sostener su selección y categorización de sus datos, el reflejo de esta acción es cuando el estudiante toma parte de la discusión grupal y expone sus argumentos ante sus compañeros y la docente. Un último comentario de esta estrategia es que está regida bajo un enfoque de **CSA**, la tecnología en este caso no fue asociada con ningún indicador.

Finalizando con la secuencia didáctica que propone para la enseñanza y aprendizaje del bloque II se encuentra la última gran pregunta: ¿cómo el calentamiento global ha impactado en la vida de los seres vivos?. Como primera etapa para responder esta pregunta, la profesora propone que los alumnos de nueva cuenta investiguen (**DCI**) qué es el calentamiento global, contaminación, cambio climático y efecto invernadero y proporcionen un ejemplo de cada uno de estos fenómenos. Después, en la planeación de la profesora se busca que los estudiantes lleven a cabo un análisis de esta información para determinar relaciones entre estos fenómenos y consecuentemente elaborar una tabla con las características principales y consecuencias de cada uno de éstos. Esta actividad está vinculada con el desarrollo de la habilidad de pensamiento científico de **DRM** ya que pretende que los estudiantes organicen y representen sus datos en tablas o esquemas de redes que faciliten la interpretación de esta información.

La estrategia de modelización (**M**) también está incluida en la última parte de su modelo didáctico. La profesora sugiere que la actividad, para llevar a cabo en el aula por los alumnos y su guía, es la elaboración de un modelo material que represente el calentamiento global, por lo que el desarrollo de la **HdPC** de representar (**RP**) es posible estimularla con esta intervención. Seguido de esta actividad, por equipos los estudiantes deben discutir el tema de calentamiento global y proponer acciones responsables que ayuden a disminuir los factores que lo generan. Después, el grupo debe hacer una plenaria donde se presenten las conclusiones a las que cada equipo llegó y construir una global en aras de reflexionar sobre el actuar responsablemente para cuidar el medio ambiente.

Tercera práctica docente (ver Anexo VI)

Para esta última práctica docente, Valentina fue videograbada impartiendo el tema de evolución para su grupo de sexto grado de primaria. El modo de trabajo de los alumnos a lo largo de las actividades fue por equipos compuestos por cuatro estudiantes. La duración de esta clase fue de cincuenta minutos, la cual puede ser dividida por tres etapas.

La primera etapa consistió en la introducción del tema por parte de la profesora, ella le indicó al grupo que en esa sesión iban a trabajar con la teoría de Carlos Darwin; la cual, explicitó, ya habían discutido en clase. Manifestó su interés por coleccionar los conocimientos previos de sus alumnos referente a dicha teoría preguntándoles de qué habla ésta; la participación de sus alumnos no se hizo esperar y algunos de ellos comentaron que se trataba de la *teoría de la vida, de la evolución, de la teoría de la extinción y del origen de las especies*; de inmediato ella les contestó indicándoles que las tres primeras participaciones si eran parte de lo que habla la teoría de Carlos Darwin, inmediatamente tomó la participación de la evolución y lanzó al grupo una cuestión que desde un particular punto de vista resulta ser muy compleja para los alumnos debido al carácter abstracto del tema: *¿qué es evolución?*. Acto seguido una alumna contestó está relacionada con la sobrevivencia de las especies “más fuertes” en un ecosistema, Valentina le comentó que esa era una parte de la teoría y después vino otra participación de un alumno expresando que es cuando *evoluciona el cuerpo* de un ser vivo, la docente no profundizó más en la participación del estudiante y la interpretó por medio de la analogía de cambio, claramente el alumno no definió o explicó nada relacionado con la pregunta ya que utilizó el mismo término que se estaba preguntando.

Con esta idea de evolución como cambio o transformación, los alumnos se quedaron con esta analogía debido a que uno de ellos dijo que es *cuando un animal va cambiando de forma*, Valentina sólo mencionó que *en realidad no* es así, pero que ya tenía una idea (el alumno). Decidió dejar esta pequeña discusión sobre la evolución y les preguntó a sus alumnos algo más próximo y alcanzable en cuanto a la construcción de saberes en el aula y a ese nivel de educación, les cuestionó *¿cómo podemos descubrir cómo eran los animales y cómo son ahora si no estuvimos en ese tiempo? ¿cómo los científicos y nosotros sabemos esa información?*. La respuesta de sus alumnos fue rápidamente explicitada al decir que se trataba de los fósiles.

Si se analizan las dos preguntas es claro que se pueden integrar en una sola: *¿cómo los científicos y nosotros podemos descubrir cómo eran los animales y cómo son ahora si no estuvimos en ese tiempo?*. La característica de esta cuestión es que puede ser contestada por medio de un diseño y conducción de una investigación científica tanto experimental (de campo) como bibliográfica (**IV** y **DCI**). Debido a que el contexto de búsqueda de la respuesta es la ciencia escolar, la inclinación por desarrollar la segunda es lógica. También, de acuerdo con el diseño de la secuencia didáctica de Valentina se puede diseñar e implementar una actividad de modelización (**M** y **RP**) donde los alumnos diseñen su propio fósil para después entre varias de estas distintas evidencias propongan la estructura o complejidad del ser vivo en cuestión. Otro aspecto que resalta en la pregunta es que Valentina sigue mostrando que una de sus orientaciones más utilizadas para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias es el descubrimiento (**DS**).

Una vez que los alumnos le comentaron a la docente cómo es que llevaron a cabo su fósil en el salón de clases, Valentina condujo a la siguiente actividad, dio pie a la etapa intermedia de su clase para el tema de la teoría de Darwin. Encomendó al grupo que, en función de la información que disponían en ese momento en su libro de texto y en sus apuntes, elaboraran un mapa mental referente a la evolución, especificó algunas páginas del libro de texto de la disciplina como posible apoyo para sus alumnos en la elaboración de su mapa. La profesora impuso un tiempo límite al grupo para llevar a cabo esta actividad, éste fue de 10 minutos, sin embargo se extendió a aproximadamente 30 minutos. Durante ese tiempo ella iba monitoreando a cada equipo para revisar cómo iban en la elaboración de su tarea y mostrándoles ilustraciones de animales que presentan mimetismo.

Una de las posibles estrategias que puede dictaminar el propósito de esta actividad es la modelización (**M**) ya que, por medio de un mapa mental, el alumno debe representar el gran tema de la evolución, el cual le ayude a construir su propia explicación. En este proceso posiblemente esté involucrado el desarrollo de la habilidad de pensamiento científico relacionada con la colección de datos y su representación (**DRM**). Sin embargo, dada la complejidad del tema y la manera por la cual se llevó a cabo la actividad, el alumno sólo se encargó de identificar aquellos términos con sendas definiciones para organizarlos a través de un mapa conceptual. Valentina optó por propiciar tareas con poca demanda de pensamiento científico para el alumno, recurrió sólo al pensamiento enciclopédico derivado de leer y escribir el contenido de la disciplina sin ninguna reflexión.

Para la actividad de cierre, la docente optó por la elaboración de manera grupal de un mapa conceptual a partir del realizado por cada uno de los equipos. Primero se pusieron de acuerdo por la vía del voto sobre la estructuración del mismo, así que el grupo decidió llevarlo a cabo a través de la jerarquización de los conceptos relacionados con la teoría de la evolución. Realmente cuando Valentina escribió o dibujó el mapa grupal, tal jerarquización no se hizo evidente ya que todos los términos que se relacionaron con la teoría fueron escritos en un mismo nivel.

Los alumnos, junto con la profesora, decidieron relacionar los términos selección natural - adaptación, extinción, evolución y biodiversidad con el título de la teoría de la evolución. Después, la docente les pidió llegar a un acuerdo sobre una breve explicación para cada uno de estos aspectos con el fin de complementar el mapa y escribir lo discutido en el pizarrón. A continuación se muestran las definiciones que quedaron para cada uno de los términos:

- Selección natural – adaptación: *Organismos más aptos, es decir, tienen la capacidad para sobrevivir, para buscar alimento y para resguardarse de los depredadores.*
- Extinción: *Proceso natural provocado por cambios ambientales que involucra la muerte de algunas especies de animales.*
- Evolución: *Son cambios en los seres vivos que duran miles de años y se transmiten las características a través de generaciones.*
- Biodiversidad: *Cuando existen muchas especies de flora y fauna.*

Para concluir, la docente preguntó dos cuestiones al grupo, una fue ¿quién creó la teoría de la evolución? Siendo la respuesta de sus estudiantes el científico Carlos Darwin y la segunda partió de ¿en qué se basó Darwin para poder crear ésta? Para ello los alumnos respondieron que a partir de fósiles y que Darwin fue a las Islas Galápagos, la docente hizo hincapié en una de las habilidades de pensamiento científico que usó Darwin para contestar una pregunta problema referente a cómo se adecuan distintos organismos a determinado ambiente, para esto el científico inglés tuvo que hacer uso al menos de la observación, de la colección de datos y su representación, modelización, de la argumentación y comunicación y por supuesto la formulación de preguntas.

Precisamente lo anterior es la clave del rumbo que deben tomar las actividades para tener una ligera noción de lo que hizo Darwin para desarrollar su obra *el origen de la especies*. Queda entendido que el programa y las evaluaciones para acceder a la educación secundaria demandan que los alumnos de sexto de primaria manejen las definiciones que trataron en la clase de Valentina, una posible actividad alterna fuera del aula es que busquen y registren esas definiciones en su cuaderno de tarea y con esto se asigne sólo un momento de la clase de ciencias naturales para leer varias definiciones y elaborar una grupal ya que el principal objetivo de este tema debería ser crear actividades que se relacionen con que el alumno utilice algunas de las habilidades de pensamiento científico que Darwin utilizó en su investigación.

Para enseñar este tema de la evolución es necesario que dos visiones converjan para propiciar su aprendizaje: el hecho (los registros fósiles) y el mecanismo (la genética). Dado el nivel de educación al que imparte Valentina y la complejidad del tema es pertinente adoptar la visión única de los registros fósiles, con el propósito de ilustrar, en primera instancia y de manera superficial, el quehacer de la paleontología; después hacer evidente las distintas poblaciones de algunos organismos durante la historia, posibles clasificaciones (que el alumno puede elaborar cuando se imparte este tema) y las comparaciones que pueden hacerse de éstas para argumentar una posible descendencia de algunos organismos con otros, por ejemplo hacer evidente que el ser humano surgió cuando aparecieron los mamíferos y no cuando imperaban las bacterias, los peces o los dinosaurios.

Luego entonces la evolución no es un tema alcanzable en este nivel básico, ya que necesita éstas dos visiones para su comprensión, únicamente se debería hacer énfasis en las evidencias físicas

que se tienen: fósiles, para explicar la variedad de algunos organismos a la par que se desarrollan las habilidades de pensamiento científico para responder a la gran pregunta de la variedad que existen o existieron de algunos organismos en la tierra.

Segunda Entrevista Semiestructurada (ver Anexo VII)

3.5.2. Dominio base OEC

Con la misma intención que la primera entrevista, la segunda se realizó para encontrar datos derivados de la introspección verbalizada por la maestra y con esto caracterizar y analizar sobre todo cambios en el perfil de su PCK contemplando sus dominios y subdominios que lo componen.

El primer bloque de preguntas que se pretendía dieran evidencia del “Conocimiento base de las orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia (OEC)” se analizarán a continuación. Se le cuestionó sobre los cambios que había percibido hasta ese momento acerca de su noción de qué es la ciencia, ella contestó:

“Pues cambiado totalmente no, creo que si se ha modificado porque se ha hecho más profunda, más exacta (...) la ciencia deber ser importante para motivar a los niños y llevarlos a que la busquen, a que la conozcan (...) con lo que hemos visto aquí me ha servido mucho para enseñarles a los niños a cuestionar (FP) (...) a investigar (IV y DCI) y no darles la respuesta aunque tengamos mucha prisa, me ha servido mucho para todas mis asignaturas, por la forma de planear porque creo que la ciencia no es algo terminado (...)”

De acuerdo al extracto anterior, en la respuesta de la docente impera la idea de una ciencia escolar contra la de frontera, relaciona directamente la noción de ciencia con la enseñanza y aprendizaje de ésta en el aula, ya que resaltó la importancia de desarrollar en el alumno las HdPC de formular preguntas (FP) y el diseño y conducción de investigaciones científicas (DCI); para esta última, conforme la caracterización y análisis del PCK de la docente, seguramente lleva a cabo junto con los estudiantes actividades regidas bajo la estrategia de investigación (IV).

Valentina mencionó también que la ciencia se tiene que practicar, experimentar y comprobar, sin embargo, hizo un especial énfasis en desarrollar el escepticismo en los estudiantes al momento que aprenden no sólo ciencias sino las demás asignaturas, ella habla de la construcción de un “pensamiento científico” que según la docente conduce a “encontrar la verdad”, “ser más

críticos” y *“conseguir cosas mejores”*. En estos tres puntos se vislumbra una aproximación de su noción de lo que es la ciencia; el primero tiene una visión dogmática de la ciencia, una visión positivista de ésta. En el segundo, su percepción se relaciona con una ciencia ligada a la sociedad donde el hacedor y consumidor de ésta tiene la capacidad de evaluar y analizar hechos, dilemas y problemas relacionados para asumir una postura y emitir un juicio sobre alguno en particular. En la última idea, la visión de la docente corresponde a una ciencia en constante avance, hace alusión de manera implícita a la liga ciencia-tecnología, empero no siempre ocurre de esta forma, la ciencia no es sinónimo de progreso, pero sí un vehículo más en un sistema que puede generar alternativas de solución a un problema o necesidad.

Otra pregunta para la exploración del dominio base OEC fue si la docente consideraba que sus ideas sobre cómo enseñar ciencia habían cambiado por la influencia del TAECI, entonces un fragmento de lo que ella contestó es:

*“(…) aquí aprendí que tenemos que despertar el interés y la curiosidad (**motivación e interés - CCE**), hacer que los niños vayan investigando (**IV y DCI**), empujarlos un poquito (**profesor como guía**), cuestionarlos, eso me parece muy importante, eso es lo que aprendí y trato de preguntarles qué piensan y desde antes ¿qué creen que va a pasar? (**HP**) ¿cómo vieron? (**OB**) ¿por qué creen? (**AG**). Aunque, a veces los niños aunque por más que quieran, piensen, digan y los guíe (**profesor como guía**) no tienen el conocimiento como tal ya sea una definición o algún fenómeno físico, pero ya aclarándoselos ya ellos mismos cuestionan más e investigan (**MdR**)”*

La profesora evidenció la relevancia del subdominio **motivación e interés** perteneciente al conocimiento base sobre la comprensión de los estudiantes en ciencias (**CCE**), comentó que aprendió sobre el deber que tiene como profesora de tomar en cuenta el interés y curiosidad de sus alumnos para desarrollar actividades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, por ejemplo la investigación (**IV**), por lo que esta estrategia y el objetivo didáctico inherente relacionado con la **HdPC**, en específico sobre el diseño y conducción de investigaciones científicas (**DCI**), es alcanzable cuando se tiene la condición del subdominio al que hizo alusión la docente.

Profundizando aún más, la profesora habló sobre su práctica docente en ciencias y el rol que asume frente a sus alumnos, así como las acciones didácticas que realiza. Ella habla de

“empujarlos un poquito” entendiéndose como una postura de docente-guía que apoya al estudiante en aras de que en colaboración construyan el conocimiento, habilidades de pensamiento científico, actitudes y valores hacia la ciencia. En cuanto a las acciones didácticas señaló que cuestiona a sus alumnos, probablemente lo hace con el fin de cumplir con el rol de docente-guía. Más adelante hace tácita esta acción y menciona algunas de las preguntas generales que lanza a sus estudiantes, las cuales tienen cierta dirección hacia un nivel de los conjuntos de saberes: el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico tales como la predicción (**PR**), la observación (**OB**) y la argumentación y comunicación (**AG**).

En la parte final de este extracto, la profesora menciona una dificultad en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias que trata sobre la carencia de algunos saberes que presentan ciertos de sus estudiantes, particularmente de contenido científico. Comentó que aún cuando llevan a cabo la actividad didáctica bajo las condiciones de motivación (*quieran*), manos a la obra mentes trabajando (*pensar*), comunicación (*digan*) y la guía del docente, en algunas ocasiones este ambiente didáctico no es suficiente, por lo que modifica en la acción para hacerle comprensible el contenido al alumno. Así que, lo anterior es indicativo de su reflexión en la acción, dando evidencia del dominio base **MDR** presente en su PCK.

Siguiendo con esta misma pregunta manifestó una primera aproximación sobre su aprendizaje en la didáctica de las ciencias, ella indicó que aprendió las implicaciones necesarias para diseñar y aplicar una estrategia de experimentación en el aula tales como:

- Planeación
- *Orientados o diseñados hacia el sentido correcto*
- *Forma en la que se elaboran*
- *Conclusión o cierre*

La profesora señaló que al tener en cuenta estos cuatro aspectos en el diseño de sus actividades didácticas ha tenido *buenos resultados*. En el primer punto hizo especial énfasis entre éste y la manera que ella denomina arbitraria o empírica, comentó que la planeación debe ser desde el principio hasta el final ya que es posible *lograr más* (probablemente se refiere a alcanzar significativamente los objetivos didácticos de sus actividades) a diferencia de esta manera intuitiva o improvisada de la que hizo mención.

Existen muchas interpretaciones para el segundo y el tercer punto que indicó la docente, la lectura para el segundo versa sobre la condición del grado de educación primaria en el que se encuentran los estudiantes de Valentina, además de la coherencia que debe presentar el sistema didáctico actividad-objetivo (pudiendo ser el objetivo didáctico de contenido, de habilidad de pensamiento científico, de actitudes y valores) para propiciar su construcción. Para el tercero, posiblemente la docente se refirió al o los enfoques que dictaminan el rumbo de las diferentes estrategias que ella implementa en el aula en aras de llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje de algún tema de las ciencias naturales.

Para el último punto, la profesora indicó un área a trabajar (*conclusión o cierre* en las secuencias didácticas) que surgió a partir del análisis grupal de las primeras prácticas docentes de los participantes del TAECI, esto demuestra el significado que para ella tuvo el trabajar colegiadamente en aras de reflexionar sobre su quehacer en el aula e intentar implementar las ideas discutidas en el taller en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

3.5.3. Dominio base CEI

Se le preguntó qué cambios en sus estrategias didácticas surgieron a partir del TAECI para motivar a sus alumnos en el aprendizaje de las ciencias, ella comentó que no percibió cambio alguno, mencionó que frecuentemente realiza junto con sus alumnos experimentos (**EX**) y que este tipo de actividad inherentemente posee un carácter motivacional para sus estudiantes, en sus palabras el despertar el interés en sus alumnos se da naturalmente. La profesora mencionó que a su consideración el principal factor que influye en el interés que los alumnos tienen por llevar a cabo experimentos es que tiene inquietudes debido a su edad, de ahí que varias referencias indiquen que los niños se les puede concebir como “pequeños científicos”.

Para ilustrar la motivación de los alumnos cuando están involucrados en el aprendizaje de las ciencias dentro del aula, Valentina manifestó que en ciertas ocasiones comenta al grupo con anterioridad el tópico científico en el que se basará su próxima clase, así que los alumnos ante tal situación generan preguntas (**FP**) del tipo ¿qué tal si...?, ¿qué pasa si...? y ¿por qué no hacemos esto...?; comenta que sus alumnos son propositivos en la planeación o puesta en práctica de algún experimento; empero, señaló que algunas de estas propuestas experimentales presentan complicaciones para llevarlas a cabo en el salón de clases. Luego entonces, la docente particularizó diciendo que en alguna de esas ocasiones utilizó un libro de experimentos basados

en el uso único de agua y jugo de limón, esta diversidad de experimentos permitió que los alumnos, divididos en equipos, hicieran uno distinto, buscaron el material adecuado y al final comunicaron su experimentación a todo el grupo representando sus resultados por medio de un dibujo (**RP**) o una pequeña redacción (**AG**).

Pasando a otra de las preguntas dentro de este bloque, se pretendió monitorear un cambio en la implementación en el aula del trabajo colaborativo por parte de la docente. La profesora percibió algunas mínimas modificaciones acerca de esta estrategia para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias; indicó que tiene una base que rige su forma de implementar esta estrategia la cual consta de la asignación de roles y responsabilidades para cada uno de los alumnos en los equipos, por lo que el cambio lo concibe en el constante monitoreo de los equipos para corroborar si efectivamente sus estudiantes están participando, comentando y avanzando; y también, en el rol de guía que debe asumir como docente en este tipo de estrategia propiciando que se cuestionen (**FP**), *pequeños detalles que han servido mucho*.

Otra de las cuestiones que componen el bloque para la exploración y caracterización del dominio base CEI fue qué entiendes por modelo y cómo lo construyes y utilizas en el aula, en su respuesta para la primera pregunta ella contestó:

“Para mi modelo sería la representación de algún concepto, de algún fenómeno o de alguna situación que yo quiero mostrar”

Contrastando esta respuesta con la que se generó a partir de la primera entrevista semiestructurada existe una notable diferencia, ahora concibe al modelo como una representación de cierta región de la realidad, especificó que esta representación puede ser tanto de un concepto, fenómeno o hecho. Luego entonces, con esta visión tácita de lo que es un modelo es posible que comience a diseñar actividades de modelización de una manera más consiente, coherente y potencialmente científico didácticas para propiciar la habilidad de pensamiento científico de representar y ciertos contenidos de la disciplina.

La respuesta a la segunda pregunta fue:

“Si utilizo el modelo, lo he utilizado ahora en ciencias, por ejemplo hicimos un fósil, cuando vimos el embarazo hicieron un bebecito con un globo y arroz, lo amarramos y lo metimos dentro de un globo con agua y entonces lo empujaban y salía el bebe, pienso que sería un modelo para

el parto, hemos hecho modelos para los órganos sexuales; también cuando los representan con plastilina, hicimos también el modelo de las hormonas de las glándulas, ellos lo hicieron con masa (...). También en matemáticas hemos hecho modelos para volumen, por ejemplo hacíamos pequeñitos los cubos y luego los íbamos haciendo centímetros y decímetros cúbicos (...) en historia hicimos una maqueta, por ejemplo para mi una maqueta puede ser un modelo, no sé si sea correcto pero así lo identifico”

De manera general la noción de modelo que presenta hace referencia únicamente a una representación material, aún no concibe otros tipos de modelos tales como los matemáticos y pictóricos que son utilizados frecuentemente cuando se enseña y aprende ciencia tanto en el nivel básico, medio superior y superior. Además, la docente duda de su concepción de modelo en ciencias, lo puede identificar y parcialmente definir; sin embargo, está en proceso de poder explicar de manera general la naturaleza de éste. Sin duda alguna, se trata de un muy buen avance por parte de la profesora, el interés y motivación que presenta en el aprendizaje y enseñanza de las ciencias posiblemente propiciará que se adentre un poco más en el uso de modelos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

En el avance de esta respuesta, se le preguntó a la profesora si existe una libertad de modelización de los alumnos cuando implementa esta estrategia en el aula, es decir, si el alumno sigue un protocolo para la elaboración de su representación o con base en lo que sabe construye un modelo que represente un fenómeno y lo ayude a explicarlo. Valentina declaró que comúnmente los modelos materiales que realiza junto con los alumnos están basados en el seguimiento de un documento de apoyo o protocolo, el cual contribuye a su elaboración; empero, es un reto didáctico proponer que los alumnos de quinto o sexto de primaria diseñen y construyan su propio modelo en aras de desarrollar de una mejor forma la habilidad de pensamiento científico de representar.

Cambiando a otra pregunta y siendo incisivos en esta aproximación superficial del aprendizaje de la didáctica de las ciencias y las estrategias que rigen las actividades que lleva a cabo Valentina junto con sus alumnos, la cuestión que se le hizo fue ¿considera que el taller le dio herramientas suficientes en el plano de la confianza hacia la enseñanza y aprendizaje de las ciencias?; su respuesta se muestra a continuación:

“Pues creo que si me ayudó, yo siempre tengo confianza jajaja, yo por supuesto creo que todo te ayuda a nivel personal, a nivel profesional, en todos los sentidos, claro, si lo quieres y lo sabes aprovechar pero yo creo que este taller ha sido valioso porque de verdad si da herramientas. También podemos tener muchas herramientas pero a veces no las sabemos utilizar, entonces tampoco te puedo decir que soy perfecta, que todo lo aprendí, que lo uso todo, no es cierto pero si te cuestionas, de repente estás viendo algo, y empiezo a ver, y empiezo a decir y al momento pienso que no, entonces pregunto y esto, y por qué dicen, entonces ya lo modifico en ese sentido (...)”

En el fragmento anterior hay dos indicadores valiosos de la practica docente, no sólo en ciencias sino de cualquier disciplina. Mencionó que el docente dispone de herramientas didácticas, ya sean materiales, habilidades, conocimientos y reflexiones, las cuales pueden ser utilizadas para el diseño y puesta en práctica de secuencias didácticas para la enseñanza y aprendizaje de un tópico específico. Precisamente de esto y un poco más consiste el PCK, el docente día a día se enfrenta a diversos problemas didácticos; entre otros, que necesitan ser resueltos con base en la amalgama de conocimientos base necesarios para hacer inteligible un tema científico (en este caso) a sus alumnos.

Luego entonces, si el docente presenta dificultades en la organización y aplicación de estas herramientas didácticas para enseñar un tema científico muy probablemente es porque no ha amalgamado sus conocimientos esenciales, así que posee un PCK integrativo (MoI) en ese tópico en particular. Por el contrario, si el docente sabe utilizar sus herramientas didácticas es plausible proponer que se debe a que posee un PCK transformativo (MoT), es decir, la combinación de sus conocimientos base funcionan como precursores para la producción de un nuevo conocimiento, el cual es lo potencialmente didáctico para llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje eficazmente (desde el diseño, pasando por la aplicación y hasta la reflexión).

Para finalizar este bloque de interrogantes y para elucidar el conocimiento base sobre las estrategias para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en el PCK de la profesora, se presenta la respuesta, dividida en varios fragmentos, a ¿considera que ha cambiado el modo de planear o diseñar sus secuencias?:

“Claro que si, bueno es que yo planeo, como ya tengo práctica y como dicen la práctica hace al maestro, pues nos dejamos llevar así y algunos aspectos no tomamos en cuenta, por ejemplo la evaluación (CE), ésta es importante como se maneja, por ejemplo el tomar en cuenta desde que vimos, qué estándares o habilidades ¿no? Todo eso, por ejemplo yo nunca había visto esa parte del programa claramente (CCC), aunque si lo manejamos, pero no de manera...de verdad, así plasmarlo o concretar...es importante porque te ayuda no sólo a esta materia sino en todas: qué me falta, qué quiero...una cosa muy importante que si me marcó fue pensar ¿no? Qué quiero que aprendan, cómo le voy a hacer para que ellos aprendan eso y que verdaderamente lo aprendieron (MdR y CE), porque he ido a cursos donde te dicen qué aprendimos o te dicen qué vimos, qué pretendes, qué quieres aprender ¿no? Entonces yo decía: no, con los niños no, qué quieren aprender...ay pues los niños me dirían mil cosas ¿no? Pero después cuando preguntó qué creen que aprendieron, para qué nos sirve esto, entonces sus respuestas son muy muy padres ¿no? Porque te das cuenta que si estás aprendiendo y también ayudarlos a que ellos lo racionalicen: qué aprendí (CE) (...)”

A partir de este primer fragmento se caracterizaron algunos rasgos sobre el dominio base de la comprensión de los estudiantes en ciencias (CE) que posee en su PCK. La profesora reconoció que en ciertas ocasiones segrega la parte de evaluación en sus estrategias didácticas, esto es preocupante para ella debido a que los estándares y habilidades (SEP, 2011) que se plantean como objetivos didácticos y que se intentan alcanzar con cada una de las actividades están incluidos en esa omisión, por lo que esto da evidencia sobre la relación que construyó de sus conocimientos base CE y CCC en su PCK, donde este último dominio fue aprendido por ella a través de esta etapa de profesionalización.

Además, también en este fragmento se encontró un indicador relacionado con el conocimiento base del mecanismo de reflexión (MdR) de su práctica docente en ciencias. Las preguntas “¿qué quiero que aprendan? y ¿cómo le voy a hacer para que ellos aprendan eso?” corresponden a la etapa antes de la acción en el MdR de la docente, la última ¿verdaderamente lo aprendieron? está relacionada con la etapa después de la acción y que necesariamente acude al uso de un instrumento de evaluación (CE) para encontrar los indicadores de aprendizaje en los alumnos sobre ese tópico específico.

El **MdR** corresponde a un proceso de autorregulación por parte de la docente, en éste reflexiona sobre las posibles áreas que son necesarias trabajar para mejorar su didáctica de las ciencias naturales en un tópico específico. Claramente este ejercicio está centrado en su quehacer: la enseñanza de las ciencias naturales, pero como ella lo reflexionó también puede trasladarse al quehacer diario del alumno (ya sea en la educación formal o informal): el aprendizaje. La docente no sólo formuló esta hipótesis respecto al proceso de enseñanza y aprendizaje, específicamente en la autoevaluación o autorregulación, sino que la llevo a la práctica obteniendo resultados sorprendidos, se dio cuenta que este instrumento de evaluación le permite generar evidencia relacionada con el aprendizaje de sus alumnos y además propicia la reflexión en ellos acerca del conocimiento que construyeron. Lo anterior entonces es un hecho que afirma la amplitud del conocimiento base **CE** de la docente en su PCK.

3.5.4. Dominio base CE

Para la exploración y caracterización del dominio base sobre el conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias este bloque se compone de una sola pregunta. La interrogante que se le hizo consistió en si percibía un cambio en la forma en que evaluaba el aprendizaje de sus alumnos y el porqué o no de ese cambio. Inmediatamente reconoció que es una etapa en su planeación que representa diversas dificultades para ella; implícitamente en su discurso se encuentran comentarios que se relacionan con la implementación de la evaluación formativa, ya que comentó que durante el año escolar evalúa en sus alumnos:

- La participación en clase
- El cumplimiento de llevar algunos materiales para la clase
- El trabajo constante en la actividades que llevan a cabo en el aula y la forma en que lo hacen (*limpia y ordenadamente*)
- El contenido de su cuaderno

Valentina expresó que esta forma de evaluar lo hace por inercia, desconoce el término rúbrica como un sistema de indicadores que contribuyen a la aplicación de un tipo de evaluación, sin embargo lo aplica en su práctica docente. Como indicó, día a día va evaluando los aspectos anteriores que ella considera importantes a tomar en cuenta para evaluar el aprendizaje de sus alumnos.

Además, la docente manifestó, de nuevo implícitamente, la aplicación de una evaluación sumativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Ella mencionó los siguientes instrumentos:

- Crucigramas
- Mapas (tal vez conceptuales y/o mentales)
- Conclusiones individuales (posiblemente sobre alguna actividad que los alumnos realizaron en el aula)
- Elaboración de preguntas y construcción de respuestas en concursos sobre cierto tema en específico (maratón y competencias)
- Exámenes

A través de estas dos formas de evaluar el aprendizaje de sus alumnos, la profesora comentó que las une y que ha obtenido *muy buenos resultados* ya que no tiene alumnos reprobados, las razones que ella supone son las que influyen en este éxito son que los alumnos hacen diversas actividades con base a una programación y orientación por su parte.

Relacionado con este dominio, la profesora evidenció de manera explícita el uso de una rúbrica para medir el aprendizaje de sus alumnos, específicamente *habilidades* (redacción) y *competencias* (CCC); lo cual es indicador de la relación que existe entre el dominio base CE y el que corresponde al conocimiento del currículo científico, a este tipo de rúbrica le llama “*semáforo*”. En sus palabras esta rúbrica se trata sobre:

“El semáforo nos sirve porque vemos todo lo que es verde, todo lo que ya pueden manejar; amarillo es lo que apenas están en proceso y rojo lo que hay que trabajar. Entonces ya nos damos una idea ¿no? por ejemplo, las tablas (en matemáticas), para todo ya nos damos una idea y entonces a partir de ahí pues empezamos a hablar con ellos”.

Es así que esta rúbrica de evaluación le permite medir el aprendizaje de sus alumnos y monitorear los contenidos disciplinares, las habilidades de pensamiento científico y las actitudes y valores que sus estudiantes tienen que trabajar para mejorar en estos distintos saberes.

Un último hallazgo para la caracterización del dominio base CE en el PCK de la maestra es que frecuentemente realiza los exámenes de todas las asignaturas, incluyendo ciencias naturales, de manera colegiada. Resulta ser que los tres docentes que imparten ya sea quinto o sexto de

primaria (entre ellos la docente de este estudio) se dividen el diseño estos instrumentos de evaluación de las seis asignaturas que imparten (ciencias naturales, español, matemáticas, geografía) para que cada uno construya el examen de dos asignaturas. Valentina comúnmente elige el de ciencias, considera que con base en lo que ella construye en el aula junto con los alumnos engloba más saberes que los demás profesores. Referente al nivel de dificultad de las preguntas, ella explicó que si les aplica a sus alumnos un examen de ciencias de otro profesor, sus estudiantes obtienen calificaciones mayores que cuando contestan los de ella.

Respecto al tipo de preguntas que están contenidas en los exámenes que aplica la docente, si es de su autoría combina las preguntas abiertas con cerradas, si el caso es la aplicación del examen derivado del trabajo en grupo las preguntas son de opción múltiple. Ella mencionó sobre el último instrumento:

*“(...) siempre procuramos que sea de una manera...por ejemplo, si es de naturales, si voy a hablar de qué tema te parecería...por ejemplo de Darwin ¿no? de la teoría de las especies, si yo pregunto cuáles serían los aspectos más importantes entonces busco dos o tres para la respuestas y las tienen que encontrar o por ejemplo, ordenar cronológicamente algunos sucesos (...) lo hacemos de alguna manera procurando que piensen los niños, razonen y contesten alguna de las opciones y también siempre metemos una o dos preguntas abiertas, por ejemplo, en naturales dibuja **(RP)** tal proceso o en otra pregunta por qué consideras esto **(AG)** (...)”*

En las últimas dos líneas la docente hace referencia a dos preguntas en las que es probable evaluar no sólo contenidos sino también habilidades de pensamiento científico tales como la representación (por medio de que los alumnos elaboren un modelo pictórico de un fenómeno) y la argumentación y comunicación al preguntarle al estudiante sobre su opinión acerca de tal vez un dilema entre ciencia-tecnología-sociedad-ambiente.

3.5.5. Dominio base HdPC

Acorde a la pregunta ¿qué habilidades de pensamiento científico busca que sus estudiantes desarrollen en el aula? Valentina nombró las siguientes:

- *Investigar, buscar y sistematizar (DCI)*
- *Analizar y comparar (DRM)*
- *Concluir y criticar (AG)*

- *Cuestionar (FP)*

En su respuesta la docente sólo mencionó las habilidades de pensamiento científico de manera aislada, es decir, no dio ningún ejemplo o contextualización en el aula que diera indicio de la creación de ambientes didácticos pertinentes para propiciar la construcción de las HdPC. Sin embargo, es posible suponer relaciones de las habilidades que Valentina mencionó con las que se plantean en el modelo de PCK de Padilla como se muestran en la lista anterior.

La extensión de la respuesta de Valentina a esta pregunta es menor comparada con las demás, esto junto con la falta de contextualización en su práctica docente, puede ser evidencia de que se encuentra en proceso de construcción de este conocimiento e inserción de éste en su PCK. De lo segundo la docente, a través de sus introspecciones por los distintos instrumentos de colección de datos aplicados, muestra parcialmente que todos los dominios base en su PCK están relacionados con el de HdPC.

3.5.6. Dominio base MdR

A lo largo de este capítulo se ha visto que las respuestas de Valentina generadas a partir de las preguntas para explorar y caracterizar un dominio base en particular presentan una mezcla de conocimientos base evidenciados, los cuales pueden visualizarse como relaciones internas de éstos en su PCK. Es así como el conocimiento base MdR fue detectado en la mayoría de las preguntas que se pretendían fuera predominante algún dominio base en particular; sin embargo, así como la primera entrevista semiestructurada, la segunda contiene una pregunta directamente relacionada con encontrar evidencia sobre el mecanismo de reflexión que lleva a cabo la profesora de su práctica docente.

La pregunta para Valentina fue si había percibido un cambio en el ejercicio reflexivo sobre su práctica docente, ella contestó:

“Si ha cambiado, claro que ha mejorado, te digo que me ha enriquecido; si, una cosa es reflexionar pero de qué manera ¿no? con qué fin voy a reflexionar, con qué base, cómo lo voy a hacer. Si, creo que me ha enriquecido eso de la reflexión, si creo, no sigo igual, yo creo que todo cambia, yo creo en la dialéctica y pienso que todo cambia pero para mejor al igual que en este sentido”

Valentina expuso su percepción sobre el cambio en la reflexión de su práctica docente, reconoció la importancia de plantearse parámetros necesarios para fijar objetivos, perspectivas de análisis (desde la disciplina científica, desde la didáctica de las ciencias y desde la naturaleza de la ciencia) y métodos para llevar a cabo este mecanismo. Todo este sistema reflexivo tiene la funcionalidad de *enriquecer* su quehacer docente, lo concibe como una vía de transformación de su práctica ya que mencionó que ésta no tiene las mismas características que las iniciales.

El marcar objetivos en su MdR por Valentina derivó de su comentario “*con qué fin voy a reflexionar*”, como un objetivo general la docente debe concebir a la reflexión antes, durante y después de su práctica docente como una vía para su autoregulación como profesora, es decir, llevar a cabo un proceso de autoevaluación para detectar áreas que se necesitan trabajar, además de la identificación de ventajas y desventajas de implicar en el proceso de enseñanza y aprendizaje de un tópico científico ciertos enfoques, estrategias y actividades pertinentes.

Como parte de la respuesta de Valentina, la profesora indicó que es necesaria una *base* para llevar a cabo la reflexión de su práctica docente; así que los posibles marcos de análisis que pueden regir el ejercicio reflexivo de Valentina y que se adhieren la modelo de PCK son:

- **Disciplina científica:** Como la docente expresó en sus comentarios anteriores, en diversas ocasiones percibe o reconoce errores conceptuales de un tema en específico en las ciencias, esta circunstancia se atenuó debido al proceso de profesionalización que llevó a cabo, ya que comentó que gracias al TAECI pudo darse cuenta de aquellos conceptos que no tenía claros o que su noción era distinta a la científicamente aceptada, el caso de energía fue el más trascendente para Valentina
- **Didáctica de las ciencias:** Valentina posee tres estrategias generales que comúnmente utiliza en el aula para la enseñanza de las ciencias; se trata de la experimentación, la investigación y la contextualización. La reflexión que hace después de la acción para la primera versa en el sentido de la detección de ciertos indicadores en sus alumnos que son relacionados con su motivación (dominio base CEC). Para la segunda, Valentina posee una reflexión que se apega a la gran funcionalidad de esta estrategia para propiciar el desarrollo de la habilidad de pensamiento científico del diseño y conducción de investigaciones científicas, la cual es de suma importancia para la docente. Para la tercera, ella reflexiona sobre la trascendencia de que el alumno aplique lo aprendido en el aula,

frecuentemente intenta relacionar el proceso de enseñanza y aprendizaje con la vida diaria de sus estudiantes.

- **Naturaleza de la ciencia:** De acuerdo con el conocimiento implícito de la NdC que tiene la profesora, ella reflexiona antes, durante y después de la acción sobre el diseño de actividades potencialmente útiles para propiciar que los alumnos aprendan de manera muy superficial el vínculo directo que existe entre la ciencia y la tecnología, que para Valentina se trata de un sistema que lleva al progreso de la sociedad. También reflexiona sobre mostrar en sus clases de ciencias el sistema completo ciencia, sociedad, tecnología y ambiente en aras de que los alumnos puedan participar activamente en alguno de estos ámbitos.

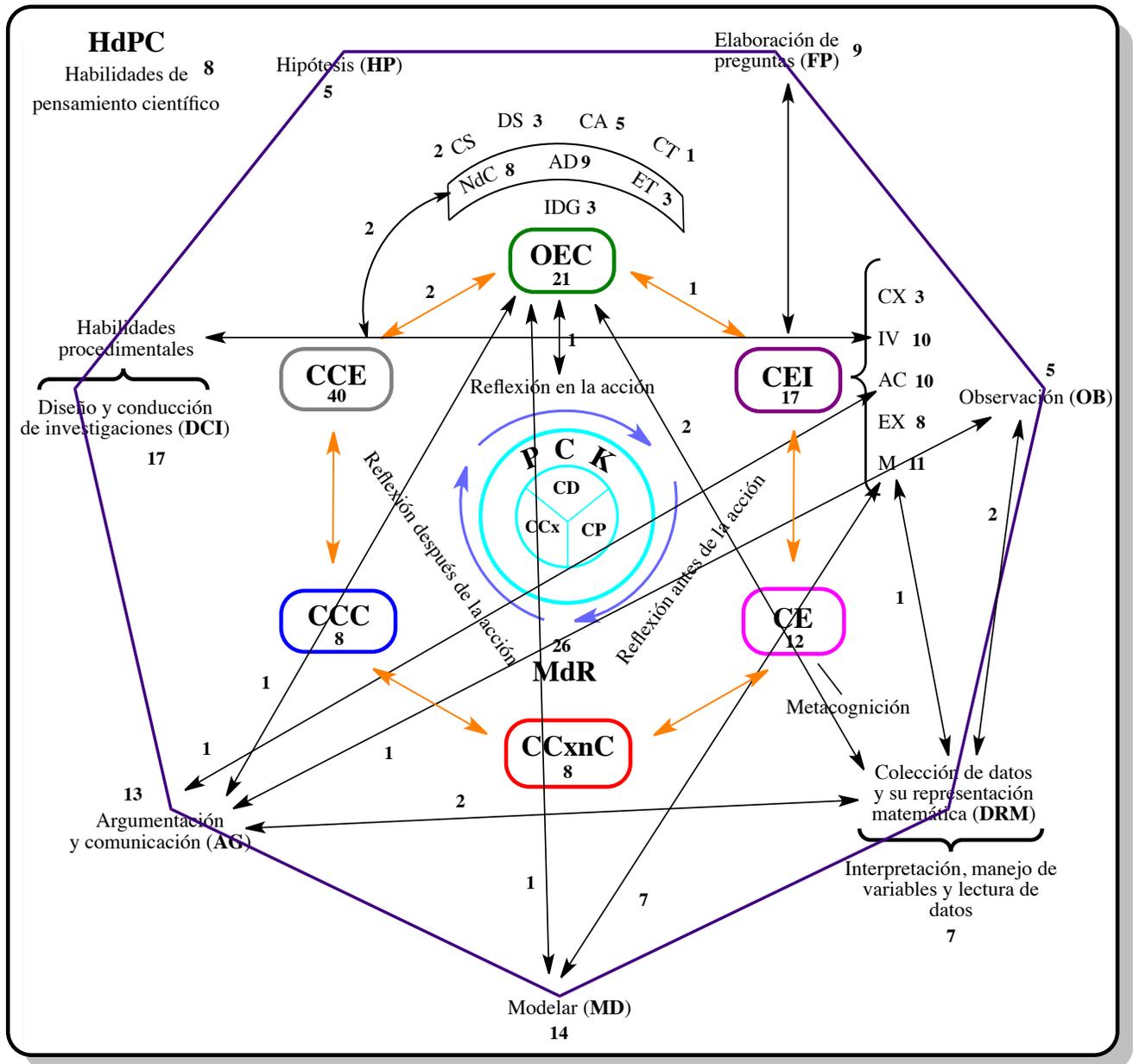
Por último, Valentina se pregunta *cómo* llevar a cabo el proceso de reflexión sobre su práctica docente. Resulta ser, en el caso específico de la práctica docente, que el MdR es un proceso de introspección que consiste en cuestionarse a uno mismo sobre las percepciones que se tienen de la realidad dentro y fuera del aula, ya sea en tiempo pasado, presente o futuro. Una de las posibles vías inmediatas es la observación de los agentes externos (estudiantes) que responden de acuerdo a ciertas acciones del docente, es así que podemos hacer un análisis de la pertinencia de las intervenciones docentes. Otra es el diario de clase que puede funcionar como una introspección verbalizada donde se puede monitorear cada una de las etapas que conforma en MdR. También puede ser por medio de videograbaciones de la práctica docente y cuestionarios aplicados a los alumnos para coleccionar las opiniones que tienen los estudiantes del ambiente en el aula.

3.6 Construcción del tercer perfil intermedio del PCK de Valentina

Hay una diferencia notable entre los dos PCK anteriores a este último, tanto la frecuencia como en el tipo de interrelación entre los dominios y subdominios en el perfil de Valentina. Sin embargo, de nueva cuenta siguen sin aparecer, considerablemente, las intrarrelaciones de los subdominios para darle un carácter de profundidad a cada uno de los dominios base en el PCK de la docente.

El primer estadio de subdominios base en el PCK corresponde a un número de siete habilidades de pensamiento científico, donde la habilidad de pensamiento lógico-matemático (**PLM**) es la

carente. De nueva cuenta, como en el caso del primer perfil, el diseño y conducción de investigaciones científicas (**DCI**) es el subdominio base que predomina en este nivel.



Esquema 17. Representación del tercer perfil parcial de Valentina correspondiente a la etapa final.

Tabla 13. Frecuencia de las intra e inter-relaciones de los componentes base del PCK de Valentina durante toda su etapa final de profesionalización.

Interacción en el PCK	Tipo	Frecuencia	Interacción	Tipo	Frecuencia
CS - CA	Intrarrelación	1	CEI – AD	Interrelación	1
CCE – CE	Interrelación	3	AD – M	Interrelación	1
CCE – CCxnC	Interrelación	3	AD – MD	Interrelación	1
CCE – CCC	Interrelación	3	AD – DRM	Interrelación	1
CCE – HdPC	Interrelación	3	M – DRM	Interrelación	1
CCE – MdR	Interrelación	3	MD – DRM	Interrelación	1
CE – CCxnC	Interrelación	3	AC – AG	Interrelación	1
CE – CCC	Interrelación	3	OEC - CCE	Interrelación	5
CE – HdPC	Interrelación	3	CEI – FP	Interrelación	1
CE – MdR	Interrelación	3	OEC – MdR	Interrelación	4
CCxnC – CCC	Interrelación	3	ET – MdR	Interrelación	1
CCxnC – HdPC	Interrelación	3	IV – DCI	Interrelación	5
CCxnC – MdR	Interrelación	3	OB – DRM	Interrelación	2
CCC – HdPC	Interrelación	3	DRM – AG	Interrelación	2
CCC – MdR	Interrelación	3	CEI – MD	Interrelación	1
HdPC – MdR	Interrelación	3	DRM – CS	Interrelación	1
CCE – NdC	Interrelación	2	DRM – CA	Interrelación	1
M – MD	Interrelación	7	AG – CS	Interrelación	1
OEC – CEI	Interrelación	5	AG – CA	Interrelación	1
OEC – M	Interrelación	1	DCI – DRM	Interrelación	1
OEC – MD	Interrelación	1	OB – AG	Interrelación	1

OEC – DRM	Interrelación	1	OEC – CE	Interrelación	4
OEC – CCxnC	Interrelación	4	CEI – CE	Interrelación	4
OEC – CCC	Interrelación	4	CEI – CCxnC	Interrelación	4
OEC – HdPC	Interrelación	4	CEI – CCC	Interrelación	4
OEC – MdR	Interrelación	4	CEI – HdPC	Interrelación	4
			CEI - MdR	Interrelación	4

Referente al segundo nivel de conocimientos base, la frecuencia del dominio CCE es mucho mayor a los restantes, esta tendencia fue vista desde el segundo perfil, ya que en el primero el dominio base que predominó fue el CEI, mientras que en el segundo y tercero fue el “Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias”. Posiblemente, Valentina empezó a ponderar durante la segunda y tercera etapa la importancia de conocer los intereses y motivaciones de sus alumnos respecto al aprendizaje de la ciencia; esto coincide con lo hallado en el discurso a través de la manifestación de la docente sobre la trascendencia de la presencia de la motivación del alumno, y se tendría que añadir también la del docente, en el aprendizaje de la disciplina. Además, se encontró una interrelación tal que el hexágono propuesto por Padilla (2014) fue construido, esto debido a las interacciones pertinentes entre dominios base de este segundo nivel para dar la geometría particular.

Una vez más impera la relación M-MD pero ahora con la combinación de IV-DCI que puede generar un modelo híbrido didáctico de la ciencia en Valentina. Aunque el enfoque predominante es AD (Actividades dirigidas), éste ya no mostró una inter o intra-relación tan marcada como en las etapas anteriores.

Un aspecto muy importante en el PCK de Valentina fue la interpretación de la indagación científica guiada (IDG) como parte éste. Empero, esta orientación para la enseñanza de las ciencias naturales fue interpretado a través del nivel discursivo en el que se encontraban los datos.

Para llevar a cabo un panorama general de la documentación, colección y representación de los componentes base en el PCK de Valentina durante las tres etapas, las Figuras 4 y 5 muestran el cambio o variación de éstos de manera que es posible compararlos.

Respecto a la Figura 4, en ella se aprecia que sólo tres dominios base en el PCK tuvieron una frecuencia en su aparición en la etapa final en comparación con la inicial y la intermedia, se trata entonces de: OEC, CCE, MdR, donde solo CCE muestra un comportamiento ascendente en su ubicación en el PCK de Valentina. Los conocimientos base CEI y CCC muestran una frecuencia mayor en la etapa previa que en la final. Por último, el dominio base CCxnC muestra una tendencia interesante puesto que en la etapa previa no se encontró evidencia alguna de su presencia en el PCK de la profesora, sin embargo en la etapa media y final fue posible detectarlo; quizá puede ser indicador de la influencia o el impacto del TAECI en la construcción de este dominio en su conocimiento docente.

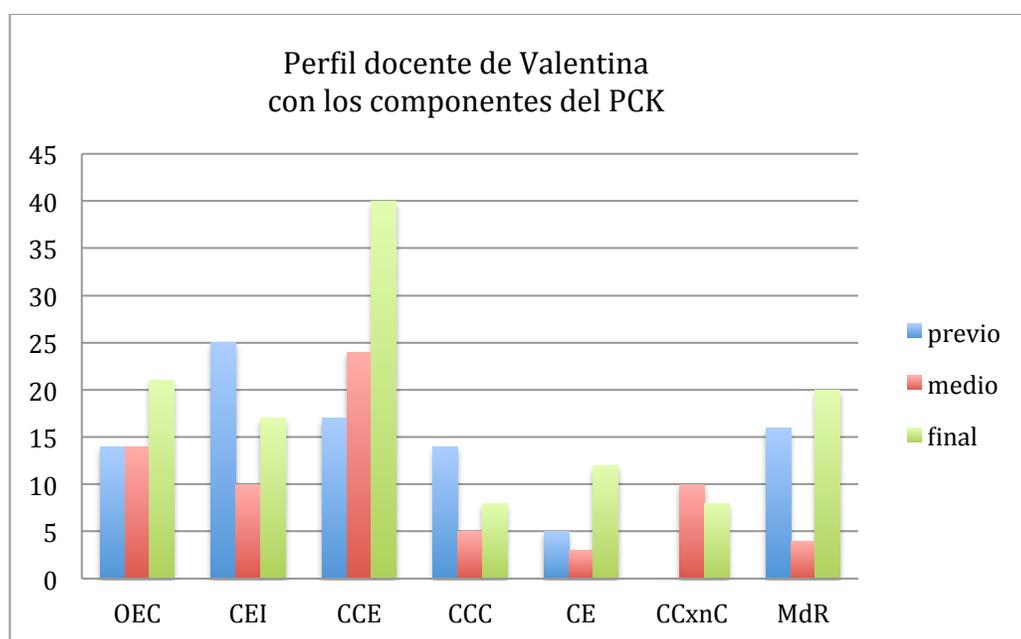


Figura 4. Gráfico comparativo de cada uno de los conocimientos base del PCK de Valentina durante las tres etapas de su formación docente.

En la Figura 5 se ve de manera clara que la mayoría de las habilidades de pensamiento científico presentaron una mayor frecuencia en la etapa final de la profesionalización de Valentina: AG, DRM, DCI, MD, FP y OB; pero existen dos, PLM y HP, que fueron escasamente detectadas en las tres etapas.

Es importante comentar que muchas de estas frecuencias y hallazgos fueron encontrados en el nivel discursivo más que en el práctico. Además, el predominio de algunos conocimientos base o habilidades de pensamiento científico se pueden deber a los temas relacionados con la práctica

docente de Valentina, en el discurso y/o en lo práctico, que fueron vinculados mayormente con la enseñanza y aprendizaje de la biología. Un indicador de esto es que en el CoRe aparecieron habilidades distintas en cada uno de los temas, esto hace suponer que las frecuencias pueden estar en función del tema que se verbaliza ya sea en el aula o de forma narrativa como en el caso de las entrevistas.

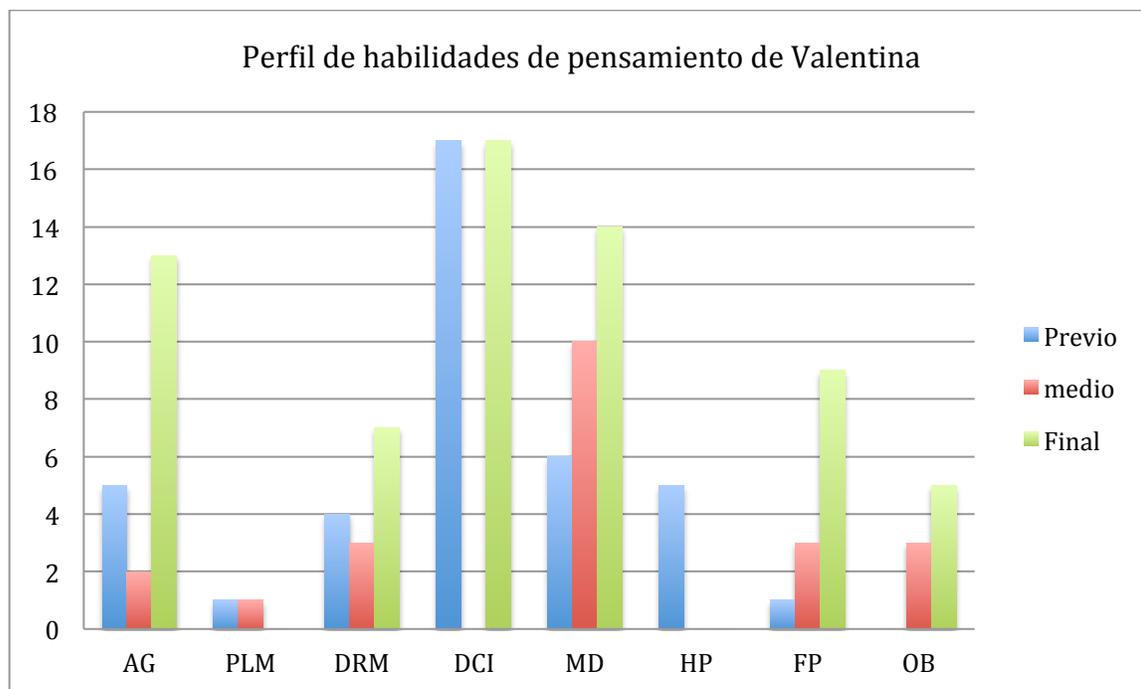


Figura 5. Frecuencia en la detección de las habilidades de pensamiento científico que la docente de estudio pretende construir cuando imparte diversos tópicos científicos.

Capítulo 4

Conclusiones

Capítulo 4. Conclusiones

Con base en la pregunta de investigación ¿qué indicadores muestran un cambio en la enseñanza de las ciencias naturales a través de la indagación en Valentina? se diseñó una metodología de carácter cualitativo, observacional e introspectivo, que dictaminó el uso de instrumentos para la colección de datos pertinentes para un análisis profundo de este estudio de caso.

Acorde a la problemática de la enseñanza de las ciencias naturales en la educación primaria fue posible participar y llevar a cabo el “Taller para el Aprendizaje y la Enseñanza de las Ciencias a través de la Indagación (TAECI)”, el cual funcionó como una vía de profesionalización docente para la profesora de educación básica.

A lo largo del taller y con base en el diseño y aplicación de los cuestionarios, entrevistas semiestructuradas, CoRes, observaciones de prácticas docentes y planeaciones didácticas, se logró coleccionar los datos pertinentes, derivados de estos instrumentos, para sus sendas interpretaciones. El marco de análisis consistió en un sistema de códigos, tomando algunos como base del trabajo de Magnusson (1999) y asociados con los conocimientos base incluidos en el modelo de Padilla (2014). Este último modelo tiene tres dominios característicos: “Conocimiento de la contextualización del contenido científico (CCxnC)”, “habilidades de pensamiento científico (HdPC)” y “Mecanismo de reflexión **antes, durante y después** de la acción (MdR)”

El objetivo metodológico principal de este estudio de caso fue monitorear y evaluar, durante una etapa inicial, intermedia y final de la profesionalización de Valentina, el impacto del TAECI, esto a través de la construcción de perfiles parciales de su PCK.

A partir de la etapa inicial, se determinó que Valentina presentaba diversos conocimientos sobre las orientaciones hacia la enseñanza de la ciencia (OEC):

- Preferencia de la enseñanza de la biología, la física y la química (con esta jerarquía)
- Una mezcla de enfoques para la enseñanza de la ciencia como **NdC**, **CTSA**, **AD**, **ET** y **CX**
- Conexión de todos los dominios base con este **OEC**

Estos rasgos generales en el PCK inicial de Valentina mostraron el predominio de la enseñanza de la biología sobre las dos disciplinas que conforman las ciencias naturales. Coincidió con lo reportado en la literatura (Akerson, 2005); luego entonces en esta etapa, Valentina tenía más

confianza en la enseñanza de la biología. La física y la química eran, en cierto grado, desplazadas respecto a su implementación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

Se encontró una mezcla de enfoques, percibiendo una disputa de posturas muy interesante. Resulta ser que Valentina tiene un conocimiento implícito sobre la naturaleza de la ciencia, no la ubica formalmente; empero, posee ciertas nociones que describen a la ciencia respecto al vínculo ciencia-tecnología y ciencia-ambiente. Además de esta percepción de la ciencia como un quehacer dinámico del ser humano, es decir, que está en constante actualización, Valentina presentó una idea asociada al pensamiento lógico positivista, donde el ideal principal es que la ciencia posee un solo método para construir conocimiento y éste tiene un carácter verdadero, conduce a la verdad.

Debido a que el **OEC** es una de las piedras angulares para la enseñanza de las ciencias, desde la etapa inicial hasta la final, presentó interrelaciones con los dominios de su PCK, desde la relación *per se* con el “Conocimiento de la comprensión de los estudiantes en ciencias (**CCE**)” y el “Conocimiento de las estrategias para la enseñanza de la ciencia (**CEI**)” y, además, con los propuestos por Padilla (2014): **CCxnC**, **MdR** y **HdPC**.

El nivel discursivo fue el soporte para la captura, documentación y representación de los conocimientos base del PCK de Valentina. En el plano práctico la profesora oscila entre **AD** (actividades dirigidas), **ET** (enfoque tradicional) y **CX** (contextualización), los demás se encuentran en el discursivo. Sin embargo, durante la etapa intermedia y final de su etapa de profesionalización, Valentina fue mencionando cada vez más la importancia de asumir un rol como guía en la enseñanza de la ciencia, comentó en diversas ocasiones que ella intentaba, en el aula, ayudar de a poco a sus estudiantes, evitando dar por una vía explícita los contenidos científicos. En el nivel práctico, la indagación científica (**IDG**) no fue implementada en su totalidad, sus actividades tenían este enfoque desde su planeación pero de manera parcial, es decir, una vez que asumía esta aproximación volvía a adoptar el **AD** y el **ET**.

Respecto al **CEI**, Valentina mostró vínculos con cada uno de los conocimientos base que conforman su PCK, los subdominios que predomina en éste es la modelización (**M**), investigación (**IV**) y la experimentación (**EX**). Cabe señalar que, de manera intuitiva, diseñaba actividades referentes al modelaje; conforme fue avanzando su experiencia de profesionalización,

Valentina comenzó a planear de manera tácita la implementación de la modelización en sus actividades para promover la habilidad de pensamiento científico de **MD**.

Con relación al conocimiento sobre la comprensión de sus estudiantes en ciencia (**CCE**), Valentina mostró saberes relacionados con las ideas intuitivas de los alumnos, ella hablaba de ideas mágicas o que construyen conocimientos sin las bases de la escuela. Tras su experiencia en el TAECI, la docente comentó que a partir de este taller ha reflexionado sobre conocer aún más el conocimiento previo de sus estudiantes, para que en función de éstos se construyan modelos didácticos para la enseñanza y aprendizaje de un tema científico en particular. De una forma coherente, la docente fue cambiando la postura de concebir el CEI (implícitamente) como parte fundamental en la primera etapa del TAECI para luego dar paso a un cambio de postura y causar con esto el predominio del CCE como conocimiento base trascendente en su PCK. Lo anterior evidencia el carácter único e individual del PCK de un docente, ya que Valentina, conforme a su ambiente de aprendiz, cambió la prioridad de los conocimientos base para hacer inteligible algún tópico en particular a sus alumnos.

En cuanto al dominio base relacionado con la evaluación del conocimiento científico (**CE**), la profesora presentó conocimientos iniciales intuitivos, los cuales regulaban la evaluación de distintos saberes científicos en sus alumnos. Al finalizar su etapa de profesionalización, comentó que ahora le interesa evaluar la construcción de modelos en ciencia dentro del aula por medio de dibujos, maquetas, mapas conceptuales, carteles, etc. Ella mencionó la importancia de la metacognición en el alumno, ya que resaltó la trascendencia de plasmar lo aprendido por medio de un dibujo o representación. Una vez más se muestra un cambio en su visión de enseñar y aprender ciencias naturales; gradualmente, Valentina empezó a mostrar la ponderación del contenido disciplinar (tendencia general en la enseñanza de las ciencias a nivel primaria) con las habilidades de pensamiento científico (**HdPC**).

Con base en la interpretación de los datos a través de la codificación, la docente manifestó la construcción inicial del “Conocimiento del currículo científico (**CCC**)”, debido a que en la última entrevista mencionó que no había explorado y analizado el programa de estudios de la SEP (2011) como base para el diseño y aplicación de estrategias didácticas para cierto contenido. Para ella tuvo un sentido importante el hacer este ejercicio en su etapa como docente-colaboradora con

los asesores TAECI; sin duda marcó un cambio en su práctica docente, el cual probablemente será traducido en la organización y mecanismo de reflexión (**MdR**) antes, durante y después del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Para el dominio **MdR** (Mecanismo de reflexión), Valentina admitió en las primeras entrevistas que no llevaba un proceso de reflexión sobre su práctica, no tenía relevancia o cierta utilidad para mejorarla. Después de su proceso de profesionalización, ella retomó tres preguntas fundamentales, propuestas en el TAECI, que ahora contribuyen a su quehacer docente: *¿qué quiero enseñar? ¿cómo lo voy a enseñar? y ¿cómo determinar que aprendieron mis alumnos?* Estas tres cuestiones engloban la didáctica general (objetivo didáctico, estrategia didáctica y evaluación del conocimiento científico). Para el equipo TAECI este indicador es fundamental, resulta ser que se concibe al mecanismo de reflexión como la región latente que puede potenciar la constante *alimentación* del PCK para que un docente se convierte día a día en un profesional de excelencia en el ámbito y nivel educativo en el que labora.

Por último, las habilidades de pensamiento científico han sido de especial relevancia para Valentina, su meta, ahora, es que sus alumnos aprenda a observar (**OB**), a modelizar (**MD**) y a explicar. Durante el proceso del TAECI ella dio indicadores relacionados con el predominio de la experimentación como estrategia para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia; luego entonces las tres HdPC: observar (**OB**), modelizar (**MD**) y explicar son la columna vertebral de esta actividad, relaciona la evidencia con el modelo y la explicación.

Si bien, varios de los dominios en el PCK de Valentina yacen en el nivel discursivo hay tres que empiezan a ser tomados en cuenta en la práctica: rol de la profesora como guía (indagación guiada: **IDG**), importancia de la construcción de representaciones en la ciencia escolar (modelización: **M**) y la reflexión antes durante y después de la acción (**MdR**). Luego entonces, después de llevar a cabo el proyecto, consideró que el impacto del TAECI ha sido fructífero para empezar a darse un cambio en la práctica docente referente a las ciencias por parte de Valentina, recalando que dicho cambio se ha empezado a gestar en lo verbal más que en lo procedimental; sin embargo hay que reconocer la génesis y la visión de que se está trabajando acorde a las necesidades de lo que requiere el país, docentes y por ende ciudadanos críticos, conscientes y activos en las problemáticas que día a día surgen en la nación.

El equipo TAECI está consciente que este estudio de caso, Valentina, se relaciona con una docente ejemplar, que tras su experiencia, busca, con una motivación sorpréndete, ser mejor docente en aras del compromiso que tiene para con el país.

Referencias

- 1) Abell, S., Park, M., Hanuscin, D., Lee, M., Gagnon, M. (2009). Preparing the next generation of science teacher educator: A model for developing PCK for teaching science teachers. *Journal of Science Teacher Education*. 20, 77-93.
- 2) Abell, S. K., Roth, M. (1992). Constraints to teaching elementary science: A case study of a science enthusiast student teacher. *Science Education*, 76, 581-595.
- 3) Akerson, V. (2005). How do elementary teachers compensate for incomplete science content knowledge? *Research in Science Education*. 35, 245-268.
- 4) Alberts, B. (2000). Some Thoughts of a Scientist on Inquiry. Minstrell, J. y Van Zee, E. (Eds). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 3-12). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS).
- 5) Appleton, K. (2007). Elementary Science Teaching. Abell, S. and Lederman, N. (Eds), En *Handbook of Research on Science Education*, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, New Jersey. pp. 493-535
- 6) Appleton, K. (2003). How do beginning primary school teachers cope with science? Toward and understanding of science teaching practice. *Research in Science Education*. 33, 1-25.
- 7) Appleton, K. (2002). Science activities that work: Perceptions of primary school teachers. *Research in Science Education*. 32, 393-410.
- 8) Appleton, K., Kindt, I. (1999). Why teach primary science? Influences on beginning teacher's practices. *International Journal Science Education*. 21(2), 155-168.
- 9) Barrow, L. (2006) A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education* 17: 265-278
- 10) Brewer, W. (2008). In what sense can the child be considered to be a "little scientist"? Dusch, R. A., Grandy, R. (Eds) En *Teaching scientific inquiry: recommendations for research and implementation*. Sense Publishers Rotterdam/Taipei. Pp: 38-40
- 11) Burton, L. (1984). Mathematical thinking: the struggle for meaning. *Journal for Research in Mathematics Education*. 15:1, pp. 35-49.
- 12) Bybee, R. W. (2004). Scientific inquiry and science teaching. En Flick, L. B. & Lederman, N. G. (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: implications for*

- teaching, learning, and teacher education* (pp. 1-14). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- 13) Bybee, R. W. (2000). Teaching Science as Inquiry. Minstrell, J. y Van Zee, E. (Eds). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 20-46). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS).
- 14) Candela, A. (2006). Del conocimiento científico extraescolar al conocimiento científico escolar: Un estudio etnográfico en aulas de la escuela primaria.
- 15) Carlsen, W. (1999). Domains of teacher knowledge. In J. Gess-Newsome and N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge*. (pp. 133-144) Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- 16) Counsell, S. (2011). Becoming science “Experi-meters”. *Science and Children*. October, 52-56
- 17) Chamizo, J.A.; Hernández, G. (2000). Evaluación de los aprendizajes. Cuarta Parte: Construcción de preguntas, V de Gowin y examen ecléctico individualizado. *Educación Química*, 11: pp. 182-187.
- 18) Chamizo, J.A.; Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*, 51: pp. 9-19.
- 19) Chamizo, J. A.; Garcia, A. (2009). Los modelos en la enseñanza de las ciencias. En J. A. Chamizo y A. García (Eds.), *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales*. (pp. 13-18) Distrito Federal, México: Facultad de Química, UNAM.
- 20) Counsell, S. (2011). Becoming science “Experi-meters”. *Science and Children*. October, 52-56.
- 21) DeBoer, G. (2006). Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. En L. B. Flick and N. G. Lederman (Eds) *Scientific Inquiry and Nature of Science* (pp:17-35) Springer: Netherlands
- 22) Dewey, J. (1938). Science as subject-matter and as method. *Science*, 31, 121-127
- 23) Dewey, J. (1944). *Democracy and education*. New York: Free Press
- 24) Duschl, R., Hamilton, R. (1998). Conceptual change in science and the learning of science. En B. Fraser y K. Tobin (Eds), *International handbook of science education* (pp.1047-1065). London: Kluwer Academic Publishing.

- 25) Friedrichsen, P., van Driel, J., Abell, S. (2011). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science Education*, 95:2, pp.358- 376.
- 26) Garcia, A., Flores, P., Gallegos, L. (2005). The national in-service courses for science teachers and their effect on educational reform in Mexico. *Journal of Education for Teaching*. 31 (1), 37-46.
- 27) Garritz, A. (2009). Argumentación en una nueva asignatura: Ciencia y sociedad. *Educación Química*. 20 (2), 98-101.
- 28) Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: an introduction and orientation. En J. Gess-Newsome and N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge*. (pp. 3-17) Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- 29) Grossman, P. (1990). The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education, New York, Macmillan.
- 30) Hacking, I. (1983) Representing and Intervening. Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science, First edition, Ed. Cambridge University Press, (1983).
- 31) Hanuscin, D., Lee, M., Akerson, V. (2011). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95: 145-167
- 32) Harlen, W. (1997). Primary teachers' understanding in science and its impact in the classroom. *Research in Science Education*. 27, 323-337.
- 33) Hodson, D. (2009). Scientific literacy and the key role of HPS. En Hodson, D. (Eds) *Teaching and Learning about Science: Language, Theories, Methods, History, Traditions and Values*. (pp. 1-22) Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- 34) Jiménez, M. (2003). El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. Jiménez, M. (Eds). *Enseñar Ciencias* (pp. 14-53). Barcelona, España: GRAÓ.
- 35) Loughran, J. (2007). Science teacher as learner. En *Handbook of Research on Science Education*, edited by Abell, S. and Lederman, N. Lawrence Erlbaum Associates publishers, New Jersey. pp. 1043-1065
- 36) Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of the pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome and N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge*. (pp. 95-132) Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- 37) Martin-Hansen, L. (2002). Defining Inquiry. *The Science Teacher*, 69(2), 34-37.

- 38) Minstrell, J. y van Zee, E. (Eds). (2000). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- 39) Newton, L. D., Newton D. P. (2010). What teachers see as creative incidents in elementary science lessons. *International Journal of Science Education*. 32(15), 1989-2005.
- 40) Newton, D. P., Newton, L. D. (2000). Do teachers support causal understanding through their discourse when teaching primary science? *British Educational Research Journal*, 26 (5), 599-613.
- 41) Nickerson, R.S.; Perkins, D.N.; Smith, E.E. (1988). *Enseñar a pensar*. Barcelona. Paidós.
- 42) NRC (1996). National Research Council *National Science Education Standards*. Washington, DC: Academic Press.
- 43) NSES (1995). National Science Education Standards. Washington, DC: The National Academies Press.
- 44) OCDE (2012). Programa para la evaluación internacional de alumnos (PISA) PISA 2012. Resultados.
- 45) Padilla, K. (2014). *La formación docente y el desarrollo de habilidades de pensamiento científico*, ponencia presentada en el seminario “Los desafíos actuales en formación inicial docente y la enseñanza de las ciencias experimentales y las matemáticas en la educación media, realizado por el Departamento de Educación de la Universidad de Santiago de Chile.
- 46) Palmer, D. (2011). Sources of efficacy information in an inservice program for elementary teachers. *Science Education*.
- 47) Park, S., Chen, Y. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49:7, 922-941.
- 48) Park, S., Oliver, S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38: 261-184.
- 49) Renner, J. W., Stafford, D. G. (1976). Teaching science in the elementary school, Third edition, Ed. Harper and Row Publishers, (1976).

- 50) Reyes-Cárdenas, F., Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*. 23(4): 415-421.
- 51) SEP (2011) Guía del maestro. Ciencias. Secundaria
- 52) SEP (2011). Guía del maestro. Tercero de primaria. Ciencias Naturales
- 53) SEP (2011) Planes de estudio
- 54) SEP (2011) Reforma Integral de la Educación Básica. Diplomado para maestros de primaria: 2° y 5° grados. Módulo 3. Guía del formador
- 55) Schwab, J. (1966). *The teaching of science*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- 56) Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- 57) Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57: 1, 1-22.
- 58) Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical content knowledge in teacher education, *Teaching & Teacher Education*, 4: pp.99-110.
- 59) Thomas, G. (2011). *How do your case study? A guide for students and researchers*. Cambridge: Sage. 2013.
- 60) Tseitlin, M., Galili, I. (2006). Science Teaching: What does it mean? *Science & Education*. 15: 393-417.
- 61) *Webster's Third International Dictionary*. (1986). Springfield, MA: Merriam-Webster
- 62) Wilson, E. (2013). *School-based Research: A guide for education students*. 2nd edition. London, SAGE.
- 63) Wilson, E (2009). *School-based Research. A guide for education students*. Cambridge: Sage. 2013
- 64) Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27: 172-223.

Anexos

Anexo I

Primer cuestionario

1. Para ti ¿qué es la ciencia? y ¿por qué?
2. ¿Por qué consideras que es importante enseñar ciencias en la educación básica?
3. ¿Qué enfoque utilizas cuando impartes las clases de ciencias?
4. ¿Cuáles consideras las mayores dificultades a las que te enfrentas cuando enseñas ciencias?
5. ¿Qué haces para que los estudiantes se sientan motivados por aprender ciencias?
6. En las clases de ciencias ¿fomentas el trabajo colaborativo? Si la respuesta es sí, describe cómo lo haces y si es no, explica las razones por las cuales no lo haces.
7. Para ti ¿qué es un modelo? y ¿por qué?
8. Para ti ¿cuáles serían las habilidades de pensamiento científico que se deben desarrollar en una clase de ciencias?
9. Describe cómo evalúas la comprensión de conocimiento científico en tus alumnos
- 10 ¿Qué entiendes por indagación? y ¿por qué?

Anexo II

Primera entrevista semiestructurada

1. ¿Qué significa para ti la enseñanza en términos generales?
2. ¿Y la enseñanza de las ciencias en particular?
3. ¿Consideras importante la enseñanza de las ciencias en la educación básica? ¿Por qué?
4. ¿Qué tipo de consideraciones hace cuando desarrolla la planeación de su clase de ciencias?
5. ¿Cuáles son las dificultades de enseñanza más comunes que has sentido que tienes en la enseñanza de las ciencias?
6. ¿Y cuáles las dificultades de aprendizaje?

7. ¿Qué tipo de estrategias utilizas para enseñar ciencias naturales? ¿Podrías dar algunos ejemplos?
9. ¿Crees que tu práctica docente ha cambiado cuando iniciamos con el taller a la fecha?
10. ¿Te consideras una maestra reflexiva en cuanto a tu práctica docente?

Anexo III

Primera práctica docente

Valentina: A ver ya, rápido, cuaderno de naturales...estamos en naturales, cuaderno nada mas ahorita, ponemos la fecha. Hoy, ¿a qué estamos?...hoy vamos a ver el tema de los sentidos, vamos a ver vamos muchas cosas, ¿quién de ustedes me dice qué son los sentidos? y ¿para qué sirven? (**Preguntas detonadoras**).

Alumno: Son 5 los sentidos: gusto, vista, olfato, oído y tacto.

Valentina: ¿Para qué nos sirven los sentidos?

Alumnos: Para conocer algo, para conocer cosas, tocar cosas, ver cosas...

Valentina: Díganme, cuál es el sentido más importante, cuál creen que sea más importante.

Alumno: Ver, porque con el podemos caminar.

Alumno: Olfato, porque con el podemos respirar.

Valentina: Oler es diferente de respirar

Alumno: Los pies.

Valentina: Los pies no, porque no son un sentido.

Vamos a hacer un experimento para saber cuál es el más importante (**CEI, AD y EX**), va a pasar uno de cada equipo y vamos a ver que va utilizar algún sentido para conocer algo. Entonces, pase uno de cada equipo...a cada integrante que pase le vamos a tapar los ojos, le vamos a quitar el sentido de la vista para que el identifique y nos va a decir que sentido utilizar para reconocer de que se trata. A ver, les voy a enseñar algo, a ver ¿cuál es el órgano del sentido del tacto?

Alumno: Con las manos

Valentina: Con las manos o con toda la piel...el sentido es toda la piel; a ver, identifica que es.

Alumno: No sé...¡un gato!

Valentina: A ver, identifica con el sentido del olfato.

Alumno: No sé

Valentina: A ver, le vamos a dar otro objeto, no le digan, ella tiene que descubrir.

Alumno: Tacto

Valentina: ¿Qué sentido vas a utilizar?

Alumno: El olfato

Valentina: A ver, vamos a darle otra cosa, yo creo que lo va a descubrir luego

Alumno: Cebolla.

Valentina: Vamos a darle otra cosa, a ver.

Alumno: No sé.

Valentina: A ver, pon tu mano

Alumno: Bombón.

Valentina: A ver...este

Alumno: Es un limón.

Valentina: A ver, que pase otro, vamos a ver que le damos, ¿que sentido vas a utilizar?

Alumno: El oído

Valentina: A ver, vamos a ver, dínos...¿no sabes? a ver, toca con tus manos...

Alumno: Globo

Valentina: Se han dado cuenta que la mayoría de las veces que utilizamos el oído nos ayudamos del tacto...a ver, ¿cuál es el órgano del gusto?... a ver, saca tu lengua.

Alumno: Crema

Valentina: A ver, abre tu boca, ahí va. No sabe qué es porque acaba de comer el algodón ¿no sabes qué es? a ver, nuevamente saca la lengua...¿quién sigue? a ver...ya utilizamos todos los sentidos pero él va a utilizar todos los sentidos. A ver, quítate los lentes; empezamos con el sentido del tacto, pon tu mano... ¿qué es? a ver ¿de qué color es?

Alumno: Morado

Valentina: ¿Por qué dices un color sino estás viendo? ¡no puedes saber el color! Ahora a ver, estira la mano ¿qué es esto?

Alumno: Limón

Valentina: Ahora escúchenme, acabamos de ver como son importantes todos los sentidos ¿verdad? Todos son importantes (**OEC** y **ET**), fíjense, lo que vamos a hacer...a cada equipo les voy a dar una caja que tiene algunas cosas aquí, escuchen la indicación, estas cajas...a ver, escuchen, estas cajas tienen algo dentro, cada caja tiene algo diferente pero ustedes tienen que saber lo que hay dentro, no las pueden abrir, tienen que descubrir (**CEI** y **DS**) que hay adentro. Cada equipo tiene que discutir (**AG**), decir y anotarlo (**DRM**); descubrir (**DS**) lo que hay adentro, cada uno de ustedes la van a ver, la van a manipular y cada uno de ustedes tiene que adivinar (**Ideas mágicas vs evidencia**): “yo creo que hay tres” y luego van a decir cómo comprobar lo que tiene dentro (**DCI**). Todo el equipo tiene que participar, todos tienen que hablar; lo que quiero que hagan es que cada diga lo que cree que hay y lo anoten: ¿qué pienso que tiene la caja? ¿cuántas cosas tiene? ¿qué sentido utilizamos para identificar las cosas? (**CEI, M** y **MD**)

A ver, pongan atención, les iba a dar otra cosa para que les ayudara un poco pero está en la caja. Bueno, a ver, cada equipo va a pasar a decirnos qué es lo que tienen (**AG**), cómo lo descubrieron (**DS**), qué creen que hay (**HP**), por qué creen que hay y cómo descubrieron que podría haber eso; además, cuántas cosas creen que hay y qué sentidos utilizan para saber....todavía no la abrimos; a ver, ese equipo.

Equipo: Hay cosas de madera, nosotros utilizamos el oído.

Valentina: ¿Qué otra cosa podrían hacer para descubrir (**DS**) qué hay? ¿qué otra cosa podría utilizar para saber que hay adentro sin abrirla? (**DCI**) a ver, otro equipo...mientras que no estemos

viendo podemos pensar cualquier cosa... ¿qué se les ocurre para saber que hay adentro sin abrirla? (**HP**)... utilizar el tacto y el oído.

Este tema lo estamos viendo porque vamos a ver el sonido (**OEC**), ¿cómo podemos conocer el sonido? por medio de qué, por medio del oído, ¿cómo le harían ustedes para saber que hay dentro de la caja sin abrirla? (**DCI**)

Alumno: Si hay algo de fierro podríamos utilizar un imán y si se pega decimos que es un metal.

Valentina: Qué otra cosa podríamos utilizar para descubrir (**DS**) lo que hay adentro, ¿olieron su caja?; algo que no les haya dado yo...nada mas dejen ahí un rato...

Se supone que estamos en ciencias naturales y se supone que la ciencia la vamos a descubrir (**OEC** y **DS**), es como un enigma, la ciencia investiga, la ciencia utiliza los sentidos y otras muchas cosas (**NdC**).

A lo mejor, si le hacemos un hoyito aquí y le metiéramos un objeto podríamos saber que hay dentro (**ET**).

A ver, abran la caja, ahora si se sientan.

Ahora me escuchan, a ver, de todo lo que encontraron adentro yo creo que no todo se imaginaban ¿o sí? algunas si eran obvios, nunca se iban a imaginar esta crema diferente...a ver, no me dejan hablar.

A ver, quiero que hagan una tabla comparativa para ver lo que yo pensé que había y lo que realmente había (**ET** y **DRM**). Al final, el equipo que trabaje se va a repartir esos dulces que habían dentro de las cajas.

Les digo que vamos a ver el tema del sonido, ahorita piénsenlo bien, piensen cómo se propaga, cómo se escucha...igual que la luz. La razón es porque eso lo vamos a ver la siguiente clase.

A ver, ahora anoten las conclusiones...a ver, me regresan todo...repártanse los dulces...a ver, vamos a comparar las conclusiones...escriban ¿qué tan importantes son los sentidos? (**AG**) ¿cómo ayudo a descubrir? (**DS**)

Anexo IV

CoRe

Química: Los materiales

1. Escribe, ¿por qué consideras que los niños que estudian la primaria deben aprender todo lo relacionado con los materiales?

2. ¿Qué tipo de competencias consideras que alcanzarán cuando estudien este tema?

Por favor, contesta lo más extensamente posible, para cada uno de estos conceptos centrales las siguientes preguntas:

Preguntas	Mezcla (tipos y características)	Propiedades físicas, químicas y organolépticas	Estados de agregación y cambios de estado	Cambios físicos y químicos
¿Por qué es importante para los estudiantes aprender este concepto?				
¿Qué intentas que aprendan con este concepto?				
¿Qué más sabes sobre este concepto que no enseñes a tus estudiantes?				

¿Cuáles son las dificultades y limitaciones que consideras presentan tus estudiantes y que están relacionadas con este concepto?				
¿Cuáles son las dificultades y limitaciones a las que te enfrentas cuando enseñas este concepto?				
¿Qué conocimientos acerca del pensamiento de los estudiantes influye en tu enseñanza de estos conceptos?				
¿Qué estrategias de aprendizaje-enseñanza empleas para que tus estudiantes				

comprendan el concepto (analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, reformulaciones, etc.)				
¿Qué formas específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los estudiantes sobre el concepto?				
¿Consideras que esta evaluación le permite reflexionar sobre lo que ha aprendido y cómo lo ha hecho?				
¿Cómo esperas que el aprendizaje de este concepto impacte en la vida cotidiana de tus				

estudiantes? ¿Qué haces para que tenga ese impacto?				
---	--	--	--	--

Anexo V

Segunda práctica docente

Valentina: Levante la mano quién leyó la lectura de las etapas de desarrollo. A ver, quién de ustedes me puede decir de lo que leyeron...hoy vamos a ver reproducción y etapas del desarrollo humano. Ya habíamos visto reproducción, hemos estado viendo algunos puntos y también el año pasado. A ver, quién me dice qué sería reproducción.

Alumno: Es cuando...

Valentina: No me digas como si no qué es...

Alumno: Es cuando una mujer y un hombre procrean un hijo

Valentina: Bueno, es cuando un hombre y una mujer procrean a un nuevo ser

Alumno: Es cuando ha nacido un nuevo ser vivo

Valentina: Entonces podemos decir que es cuando damos origen a una nueva vida. ¿Nada más se reproducen los seres humanos?

Alumnos: ¡no!

Alumno: Los animales

Valentina: Levante la mano el que me quiera contestar porque no estamos en el tianguis.

Alumno: Las plantas

Valentina: ¿Las plantas se reproducen? ¿Se casan, se besan y tienen hijitos? No dejamos escuchar...a ver, quién está hablando allá, a ver Luis dime.

Alumno: Yo si sé cómo nace una planta. Una hembra...una abeja le quita el polen y...¡no! es al revés, el macho, el macho le quita el polen y se lo va a poner a la abeja...no, a la flor femenina y ahí es cuando se va a reproducir una nueva flor.

Valentina: Entonces podemos coincidir ¿quién más a parte de las plantas y los seres humanos se reproducen?

Alumno: Los animales

Valentina: La reproducción sirve para que haya un nuevo ser. En el ser humano es diferente al de los animales y al de las plantas porque como les decía no se casa una plantita con otra, es como más o menos lo explicaron (**OEC** y **ET**). Los animales igual ¿no? y los seres humanos son diferentes por qué, ¿por qué somos diferentes? ¿cuál sería la diferencia? A ver, ¿cuál sería la diferencia?

Alumno: Los animales no se pueden parar así derechos y caminar, pueden andar en cuatro patas.

Valentina: Pero eso no sería la esencia más grande para que no sea igual la reproducción en las plantas, en los animales y en el hombre

Alumno: Por ejemplo, mi perrita tuvo doce cachorros. Todos somos distintos en apariencia, por ejemplo los perritos no pueden hablar y las plantas pues están plantadas en la tierra y nosotros no, ni los animales (**CCxnC**).

Valentina: Así es.

Alumno: El tiempo de un embarazo de un animal puede durar más o puede durar menos.

Valentina: Pero parte de la esencia no es que si tienen muchos o si tiene pocos, si camina derecho, si es diferente. La diferencia es que como decían, el ser humano piensa, el ser humano tiene la capacidad de pensar y por eso mismo es diferente la situación, pero también, a parte de pensar, también tiene sentimientos, entonces ya son cosas diferentes. Para que lleve a cabo esa reproducción, primero vamos a checar cuáles son las etapas de la vida del ser humano y hacia donde llega, empieza por supuesto ¿verdad? Y hasta dónde termina. A ver, vamos a hacer un mapa conceptual (**CEI, AC, M, MD y DRM**) entre todos, saquen su cuaderno para que vayan anotando y lo vamos a ir armando primero que nada para ir viendo las diferentes etapas para llegar a la reproducción. Vamos a ver cómo dicen que se hace la reproducción, cómo se unen los espermatozoides...todo. Entonces vamos a hacer un mapa conceptual, vamos a utilizar el cuaderno acostado para que más o menos nos quepa pero ustedes me van a ir diciendo cómo sería.

Valentina: Entonces etapas de desarrollo, puede ser un círculo, un cuadrado lo que sea, ahorita es como cada quién lo quiera hacer, pero este es el tema central ahorita para poder llegar al tema de la reproducción (**M, MD y DRM**). Quién de ustedes me dice ¿cuáles son las etapas del desarrollo humano? ¿por cuáles etapas pasa el ser humano a lo largo de su vida? (**AC**)

Alumno: La infancia

Valentina: La infancia muy bien

Alumno: La adolescencia

Valentina: Si, la adolescencia. Ahora, vamos a separar cada una de las etapas que nos está diciendo, primero ¿cuál es la primera etapa?

Alumno: Infancia

Valentina: Me van diciendo ustedes qué es lo que tiene la infancia ¿cuándo inicia la infancia? A ver ¿cuándo inicia la infancia?

Alumno: Desde que nacemos

Valentina: Si, desde que nacemos y aproximadamente hasta cuándo...aproximadamente, ya sabemos que no es exacto, entonces vamos a poner...¿cómo le ponemos? ¿Comienza desde que nacemos? Pero para que no escribamos tanto vamos a poner que empieza desde cero a diez años aproximadamente. ¿Qué pasa en la infancia? ¿qué es lo que sucede en esta etapa? ¿qué cambios hay? ¿qué sucede?

Alumno: Puedes disfrutar más la vida

Valentina: Pero estamos hablando de los cambios y cómo son los procesos del desarrollo del ser humano.

Alumno: En esa etapa se desarrolla nuestro cuerpo

Valentina: ¿Qué aprendemos en esa etapa? ¿qué se aprende desde que nacemos hasta los diez años?

Alumno: A caminar, a hablar...

Valentina: Exactamente ¿qué más? A ver, desde que naces hasta los diez años ¿qué consideran que haya de desarrollo en esta etapa?

Alumno: Crecen

Valentina: ¿Cuándo nace un bebe cómo es?

Alumnos: Chiquito

Valentina: Pequeño, cuando tiene unos años ya crece mucho ¿no? y aprendió como dicen a caminar. Vamos a poner crecen ¿qué más? Aprende...¿qué aprende? Habilidades ¿verdad? Como cuál, aprende a caminar, hablar, leer, escribir, etc.

Alumno: También a jugar maestro

Valentina: Por su puesto, a jugar también. Dibujen ahí a un bebe por favor, para identificar un poco la etapa, acuérdense que es como cada quién quiera. No critiquen mis dibujos, ustedes hagan el suyo.

Necesito que ubiquen bien cada etapa de desarrollo, ya tenemos la primera, es una etapa muy larga, es la etapa que tiene mayores cambios, desde un bebe que no sabe nada ni hablar, hasta cuando termina la infancia ¿qué pasa? El niño ya se desarrollo ¿verdad? Entonces es una etapa podemos decir la más larga y completa donde el ser humano se desarrolla más (**OEC y ET**).

¿Ya? Porque ahorita van a hacer un ejercicio por eso quiero que sea rápido. Entonces ya tenemos la infancia ¿qué otra etapa también tenemos en el desarrollo humano?

Alumno: La adolescencia

Valentina: La adolescencia ¿con qué la tenemos? ¿con qué la complementamos?

Alumno: Con la pubertad

Valentina: Exactamente, con la pubertad, entonces vamos a poner a la pubertad con la adolescencia. Adolescencia es con “s” “c”. La pubertad como decían, es el inicio de la adolescencia.

Alumno: La pubertad es cuando le ocurren muchos cambios a tu cuerpo.

Valentina: Eso lo dijimos el año pasado ¿se acuerdan?

Alumno: Como cuando ya nos cambia la voz.

Alumno: Masa muscular

Valentina: Entonces esos cambios que hay muy fuertes de qué tipo son.

Alumno: Secundarios

Valentina: Si, si son secundarios pero son físicos ¿no? ahí se ven. Entonces qué ponemos aquí en la pubertad, en la pubertad ocurren esos cambios y se van desarrollando a lo largo de la adolescencia, entonces...

Alumno: Hay que poner la parte en la que se desarrolla tu cuerpo.

Valentina: Si, también, podemos escribir en la pubertad y adolescencia “empiezan los cambios” ¿no? vamos escribiendo por favor, empiezan los cambios físicos, pero a ver, quién me dice cuáles son los cambios secundarios, acuérdense que los secundarios son los que vemos a simple vista, diferentes en el hombre y en la mujer.

Alumno: En nuestros genitales

Valentina: Si, muy bien

Alumno: Crecen

Valentina: Crecen, en el caso del hombre el pene empieza a crecer.

Alumno: Se desarrollan

Valentina: Se desarrollan más ¿qué más? Las mujeres

Alumno: Crecen los pechos

Valentina: Si, los senos crecen ¿qué más?

Alumno: En las mujeres se ensanchan las caderas

Valentina: Si, ¿qué más? En los hombres qué más a parte de los genitales

Alumna: Se hacen más fuertes

Alumno: Aumenta tu masa muscular

Valentina: Si, muy bien, también se ensancha la espalda. Entonces todo eso ya lo dijeron, todo esto de los cambios físicos, entonces pongan: mujeres, en la mujer dijimos que...

Alumno: Se ensancha la cadera

Valentina: Se ensancha la cadera, crecen los senos...en los dos se distribuye la grasa en el cuerpo, por eso las niñas se ponen fiu fiu, los niños también, pero los niños en la masa muscular se ensancha la espalda. Entonces en los hombres, qué pasa en los hombres, se ensancha la espalda, músculos, cambio de voz...si dijeron eso ¿verdad? Y en los dos, hay un cambio de maduración, como dijo esta Nayeli, en los órganos sexuales o reproductores, como ustedes le quieran llamar.

Alumno: Genitales

Valentina: Genitales si quieren llamarle. Pero no solamente hay cambio físicos, qué otros cambios hay aparte de lo físico que vemos, hay otros cambios...

Alumna: En el cambio de pensar

Valentina: Cambio de pensamiento

Alumno: Un hombre se desarrolla más

Alumno: Los intereses en otras cosas

Valentina: Los intereses cambian ¿verdad? Antes jugaban con su muñequita.

Alumno: Te empiezan a gustar los niños o las niñas

Valentina: Bien, entonces aquí a parte de lo físico tenemos un cambio emocional ¿verdad? entonces también hay cambios emocionales, sentimientos y pensamientos. Empiezan a ser más conscientes, más maduros ¿verdad? Aunque algunos no, pero muchos ya empiezan a pensar lo que hacen. Antes no lo pensaban ¿verdad? Como alguno de ustedes, ahorita el ya empieza a pensar más ¿verdad? Porque ya no tiene reportes y esas cosas.

Esta etapa de la infancia es más larga, se aprenden muchas cosas, pero en la etapa de la adolescencia son los cambios que nos van a definir cómo van a ser en el futuro. Entonces, por eso es importante platicar, preguntar, leer, informarse para verdaderamente llegar a ser personas muy valiosas ¿verdad? Yo creo que en este grupo hay muchísimos muy buenos y en la etapa de la pubertad es donde nos vamos a desarrollar. ¿Qué otra etapa tenemos aparte de eso? Aproximadamente, no pusimos edad, a ver, esta etapa de qué años a qué años comprende, a ver...

Alumna: De los diez años a los diez y ocho

Valentina: De los diez años a los diez y ocho aproximadamente, porque tenemos adolescente que tienen veinticinco y siguen siendo muy niños ¿verdad?

Bueno entonces ahora ponemos otra etapa que dijiste que era: la adultez, pónganlo como ustedes quieran, una niña, un niño...hagan un dibujo de una niña de primaria o de secundaria para que sea la adolescencia...

Qué es primero ¿la vejez o la adultez? Adultez que edad vamos a poner más o menos, de qué edad más o menos comprende, de qué año a qué año...

Alumno: A los 30

Alumno: De los 18 a las 28

Alumno: A los 60

Valentina: Más o menos...a ver, eso dijimos que era relativo, decimos a los 18 la adultez pero muchas veces no son adultos a esa edad, muchas veces no maduran en esa etapa, muchos otros si lo hacen, entonces a los 18 o 20 años a los 60 o 65. A qué edad vamos a tomar en cuenta la vejez, piensen que la vejez es más allá que adulto, podemos tener adulto joven, adulto medio, adulto grande y ya la vejez sería otra etapa ¿verdad?

Alumno: Maestro, de los 60 al ciclo porque no se sabe cuándo se va a morir.

Valentina: En la vejez, vamos a poner 65 años aproximadamente y pues puede ser hasta que tenga vida. A ver, en la adultez ¿qué es lo que vamos a encontrar en esta etapa adulta?

Alumno: La madurez

Valentina: La madurez, eso sería lo más importante ¿verdad? Ya le llamamos adulto cuando ya hay madurez pero ¿qué sería madurez? ¿quién me dice qué es madurez?

Alumno: Más responsabilidad

Valentina: Puede ser, entonces ustedes consideran que el tener un hijo, un bebe es bueno tenerlo en la adultez, en la vejez...

Alumno: En la adultez, cuando ya empiezas a pensar las cosas bien y te vas por el buen camino

D1: Ah, muy bien y cuál es el mal camino

Alumno: Cuando en la pubertad tienes un embarazo no deseado

Valentina: Y qué pasa cuando tienes...porque mucha gente tanto en la pubertad como en la adolescencia tienen un bebe...qué pasa

Alumno: Pues ellos se quieren salir a divertir y ya cuando tienen un hijo no lo pueden hacer, ya no pueden salir a divertirse porque tienen más responsabilidad

Valentina: A ver, oye, están hablando tus compañeros y levantando su mano para hablar

Alumno: También el aborto

Valentina: El aborto, bueno pero esa es otra cosa...

Alumno: Yo opino que la mejor forma de tener un hijo es cuando ya quieras esa responsabilidad en tu vida, por ejemplo, en la adolescencia pues están echando relajo por eso digo que cuando tengas ya más madurez

Valentina: Cuando sea maduro entonces es cuando ya sea adulto aproximadamente después de los 18 años. Entonces más bien podría ser por todo esto. Se acuerdan que vamos a hacer nuestro juego, vamos a sacar los papелitos para saber a quién le toca con quien, va a ser al azar.

Vamos a armar las características de la vejez

Alumno: Se hace aguado

Alumno: Pues cuando eres joven estás fuerte pero ya cuando estás viejito ya no aguantas nada

Alumno: Disminuyen las capacidades

Valentina: Claro que si, entonces en la vejez el cuerpo y sus funciones empiezan a deteriorarse.

Quién me dice qué se deteriora o alguna función del cuerpo que se perjudica

Alumno: Se gastan los huesos

Valentina: Se gastan los huesos, si

Alumno: Ya no pueden hacer lo mismo que antes

Valentina: Cómo que

Alumno: Yo tenía una abuelita que ya no podía ir al baño y le ponían sus pañales y eso.

Valentina: Ya no hay un control de sí mismos y de sus funciones. Acuérdense que vamos a ver sistemas y aparatos, estos se empiezan a desgastar

Alumno: Mis abuelitos tienen más de 100 años y todavía hacen muchas cosas, están muy fuertes todavía

Valentina: Pero no aguantan muchas cosas ¿verdad? A ver, entonces todo lo que hemos visto de salud aquí entraría, vamos a cuidar nuestro cuerpo para que cuando seamos grandes...

Alumno: Maestro, Se te opaca el color del cabello, gris, también puede ser blanco.

Alumno: Se te gasta la vista

Valentina: A ver, dibujen ahí un adulto o la vejez... cómo la dibujarían. A ver, aquí vamos a poner un adulto y aquí vamos a poner a una viejita, un adulto puede ser como un papá, cada quien dibújelo como quiera, nada más que sea un adulto.

A ver, quiero observar lo que están haciendo... muy bien, van muy bien. Entonces ya puedo borrar... así como están de dos en dos vamos a hacerlo, sin que se muevan, porque aparte quiero que hagamos lo de sacar el papelito.

A ver, fíjense bien lo que vamos a hacer, con todos los conceptos que ya vimos vamos a armar... yo voy a poner aquí un crucigrama y entre parejas van a poner la definición de cada uno de ellos ¿sí? Ya sabemos cómo ¿no?

Alumno: Pero primero tenemos que hacer lo del papelito ¿no?

Valentina: No, esto hay que hacerlo rápido para después hacer lo del juego.

¿Qué palabra vamos a poner aquí? A ver, adolescencia... entonces ya está adolescencia y ahora qué ponemos... si quieren hacerlo en la hoja parada o acostada es lo mismo. Entonces, qué palabra ponemos...

Alumno: Infancia

Valentina: Dónde ponemos infancia...

Alumno: En la "i"

Alumno: En la "n"

Valentina: A ver... in-fan-cia

Alumno: Ahora adultez

Valentina: Dónde

Alumno: Arriba

Valentina: Adultez, ¿con “s” o con “z”?

Alumnos: Con “z”

Valentina: ¿y vejez?

Alumnos: Con “z”

Valentina: Ahora cuál entonces

Alumno: Vejez

Valentina: Dónde

Alumno: En la “e” de hasta arriba

Valentina: ¿Entonces vertical?

Alumno: Si

Anexo VI

Tercera práctica docente

Valentina: Los equipos son...

Alumnos: cuatro...cinco

Valentina: Deja que pase...allá en aquella mesa. A ver rápido...a ver a qué hora, bueno, no nos va a dar tiempo. Bien, fíjense lo que vamos a hacer...nos van a grabar así que no quiero que...quiero que vean algo bien. Vamos a trabajar acerca de la teoría de Carlos Darwin que hemos estado viendo muchas cosas, entonces quiero ver algunos aspectos que recuerden ¿quién me dice de qué habla la teoría de Darwin? De qué trata o quién era, qué hizo...

Alumno: La teoría de la vida

Valentina: ¿De la teoría de la vida? si, más o menos...a ver...

Alumno: De la evolución

Valentina: La evolución...a ver...

Alumno: La teoría de la extinción

Valentina: Bueno, parte de la teoría de la extinción está dentro de la evolución.

Alumno: El origen de las especies

Valentina: El origen de las especies; ok y qué puntos son importantes en la teoría de la evolución, qué puntos creen son importantes de los que recuerden de la evolución, por qué es evolución, qué es extinción (CCE)...a ver allá...

Alumna: Cuando se acaba una especie de animales porque no pueden adaptarse al lugar donde viven.

Valentina: Entonces eso sería la extinción ¿verdad? Y entonces ¿qué es evolución? ¿qué quiere decir evolución? (CCE)

Alumna: Que sobreviven los más fuertes

Valentina: Esa es una de las partes de la teoría, que sobrevive el más fuerte

Alumno: ¿Qué evoluciona su cuerpo?

Valentina: Si, que va cambiando ¿no? y ¿lo hace rápido?, ¿ya para mañana cambió?

Alumno: No, dura años

Valentina: Es lento ¿verdad?

Alumno: Es como cada animal va cambiando de forma

Valentina: Pues no en realidad pero más o menos, ahí tienen la idea. Bueno, cómo sabemos...cómo podemos descubrir (OEC y DS) cómo eran los animales y cómo son ahora si no estuvimos en ese tiempo. Cómo es que los científicos y nosotros mismos sabemos esa información (CCE y NdC).

Alumna: Por los fósiles

Valentina: Por los fósiles, ¿qué son los fósiles? (CCE)

Alumno: Son manchas que dejan...que tienen formas de animales

Alumno: Es cuando un animal se muere y se queda en el suelo y se va haciendo una base

Valentina: ¿Qué hicimos referente a eso? ¿cómo hicimos un fósil?

Alumno: Lo hicimos con plastilina y le echamos aceite, a esa mezcla le echamos agua y esperamos hasta que se secura (CEI, M y MD).

Valentina: pero antes ¿qué pasó?

Alumno: Primero hicimos el molde con la plastilina, después pusimos la figura que queríamos, hicimos la mezcla y lo dejamos secar.

Valentina: Tú ¿qué hiciste de molde?

Alumno: Como una pata de perro o de oso

Valentina: Pero de dónde sacaste la pata de oso

Alumno: La hice con mis dedos

Alumno: Maestra, yo traigo mi fósil en la mochila

Valentina: A ver, enseñanoslo. Bueno, entonces gracias a los fósiles podemos saber quiénes existieron en otros tiempos.

Aquí está, este fósil que hiciste qué es

Alumno: Es un huella

Valentina: Bien, ahora qué vamos a hacer. Con ayuda de su libro, de sus apuntes en el cuaderno van a hacer un mapa mental acerca de la teoría de la evolución (**OEC, CEI, AD, M, MD y DRM**). Van a tomar algunos apuntes del libro y del cuaderno, a partir de la páginas 63, 64 y 65 ahí pueden tomar la información que necesiten para hacer su mapa mental. Entonces, ¿qué dice que hicieran?

Alumno: Que hagamos un mapa mental acerca de la evolución sacando la información de las páginas 63, 64 y 65 del libro.

Valentina: Ok, ahí tienen elementos y también en el cuaderno los tienen. Entonces, ¿qué puntos son importantes para hacer el mapa?. Van a comentar acerca de la teoría de la evolución, entonces recuerden que van a tomar los aspectos más importantes, quiero que tenga mucho colorido, que se vea muy bonito. Entre todos se van a poner de acuerdo qué le van a poner, cada quien opine (**AC y AG**) y para que hasta el último lo veamos todos en equipo, todo el salón y hagamos uno conjuntamente.

Entonces a ver, por favor, tienen diez minutos, diez minutos es suficiente para que lo hagan. ¿Ya empezamos?

Valentina: Vamos a revisar el mapa entre todos, ahorita yo reviso a parte a cada uno de los equipos pero vamos a ponernos de acuerdo todos para hacer uno general y coincidamos en los aspectos que vieron ustedes. Ustedes me van a decir qué poner para hacer uno grande (**AC**). A ver pues, ahora si, pónganme atención porque ya va a ser recreo y no nos va a dar tiempo. De acuerdo a lo que cada equipo hizo vamos a hacer uno entre todos, pero lo van a escribir ahorita. A ver, vamos a ver, quién me dice cómo lo hacemos, si lo hacemos hacía abajo o lo hacemos centrado y ya todo alrededor.

Alumna: Hacia abajo

Alumnos: ¡Si!

Valentina: A ver y quién dice en el centro...los que quieran centrado levanten la mano...y hacia abajo...gana entonces hacia abajo.

Entonces qué ponemos, cuál sería el tema...a ver vamos haciéndolo junto conmigo por favor, vamos a hacer otro que será en conjunto y ahorita yo reviso el de ustedes.

Ok, ya está, ¿todos tienen su cuaderno en forma horizontal? Ahora ya tengo teoría de la evolución ¿qué aspectos voy a tomar para este mapa mental?

Alumno: La selección natural

Valentina: La selección natural, muy bien. ¿Qué más?

Alumno: La extinción

Valentina: La extinción, ¿qué más?

Alumno: La evolución

Valentina: La evolución

Alumno: Adaptación natural

Valentina: A ver, entonces estamos con la selección natural, qué más...extinción, evolución...

Alumna: Adaptación

Valentina: Adaptación

Alumno: Biodiversidad

Valentina: Biodiversidad, muy bien. A ver, ahora si pongan atención para ver quién de ustedes tomó en cuenta estos aspectos. Todos estos van a formar parte de la teoría de la evolución; ahora qué más, ya que tenemos estos ahí que ponemos.

Quiero que me digan que ponemos, mínimamente, para explicar cada una. A ver, escuchamos acá...

Alumno: La selección natural es la base de la vida

Valentina: Es la base pero no me están diciendo por qué. Díganme un ejemplo de la selección Natural (CCE).

Alumno: Es cuando sobrevive el más fuerte.

Valentina: Ese es un ejemplo ¿no? cuando sobrevive el más fuerte.

Alumno: Por ejemplo con la jirafa y su cuello para alcanzar las plantas de los árboles.

Valentina: Pero entonces la selección natural, que es cuando sobreviven los que se adaptaron más podemos ponerlo también en adaptación, también en biodiversidad porque había muchas jirafas con diferente tipo y formas y sobrevivieron las que tenían más capacidad para comer.

Alumna: Nosotros le pusimos que es cuando algunos organismos tienen mayores capacidades en un ambiente.

Valentina: Esa es una buena definición, entonces le vamos a poner: organismos más aptos. Más aptos quiere decir que tienen la capacidad para sobrevivir, para buscar alimento y para resguardarse de los depredadores. Vamos a apurarnos ya y luego se van al recreo. Quién me dice qué es extinción (CCE).

Alumna: Es cuando se muere una especie de animales y se acaban

Valentina: Y cuáles son las posibles causas

Alumno: Los cambios en el clima, los desastres naturales...

Valentina: Si, exactamente, todos esos fenómenos naturales pueden provocar la extinción de algunos animales de una especie. Entonces lo definimos como el proceso natural...¿si están escribiendo como yo o no? (ET)

Alumnos: Si

Valentina: Proceso natural provocado por cambios ambientales

Alumno: Y fenómenos naturales

Valentina: Bueno si y fenómenos naturales. Bien y ahora quién me va a hablar de evolución.

Alumno: Evoluciona el sistema

Valentina: Más o menos, debes explicarlo mejor

Valentina: Son cambios, poco a poco, recuerden que no se dan rápidamente, van a ser a lo largo del tiempo.

Alumno: Décadas maestra

Valentina: No, pueden ser...

Alumno: Miles de años

Valentina: Y se transmiten las características a través de generaciones. Ok, qué entendemos por biodiversidad (CCE)

Alumna: Cuando hay muchos animales

Alumno: Mucha flora y fauna

Valentina: Cuando existen muchas especies de flora y fauna. Ya para terminar entonces qué es adaptación. Por qué es importante la adaptación en la teoría de la evolución

Alumno: Porque si se adaptan van a sobrevivir

Valentina: Exactamente, tienen que adaptarse para poder sobrevivir. Quién creó esta teoría de la evolución

Alumnos: Darwin

Valentina: En que se basó Darwin para poder crear ésta...¿se le ocurrió? O cómo fue (CCE y NdC)

Alumna: A partir de fósiles

Valentina: Si, pero no nada más de fósiles

Alumno: Fue a las islas Galápagos y se encontró una tortuga...

Valentina: Fue a observar y encontró fósiles, de ahí se basó.

Anexo VII

Segunda Entrevista Semiestructurada

1. ¿Cómo cree que ha cambiado su concepción de lo que es la ciencia? Y ¿por qué?
2. ¿Considera que estas ideas hayan cambiado de cómo enseñar ciencia a través de este taller? Y ¿por qué?
3. ¿En qué ha cambiado su enfoque de acuerdo con la enseñanza de las ciencias? En que en particular, ¿esto qué me dice?
4. ¿A qué dificultades se enfrenta cuando enseña ciencia a través de este enfoque? Y ¿por qué?
5. ¿Qué cambios usted realizó para que los estudiantes estén motivados para aprender las ciencias?
6. ¿Usted considera que cambio su concepción sobre como llevar un trabajo colaborativo con los estudiantes? Y ¿por qué?
7. ¿Qué entiende por indagación? Y ¿por qué?
8. ¿Qué habilidades de pensamiento científico busca que sus estudiantes desarrollen en el aula?
9. ¿Cómo cree que ha cambiado la forma que evalúa? Y ¿por qué?
10. ¿Qué entiende por modelo? Y ¿cómo lo construye en el aula?
11. ¿Qué utilidad ha tenido para usted el TAECI?

12. ¿Considera que el taller le dio herramientas suficientes en el plano de la confianza hacia la enseñanza y aprendizaje de las ciencias?
13. ¿Considera que ha cambiado el modo de planear o diseñar estas secuencias?
14. ¿Considera el conocimiento previo o aprendizajes previos de los alumnos dentro de su planeación?
15. ¿Cómo ha cambiado, en resumen, las estrategias que utiliza para enseñar ciencias?
16. ¿Considera que ha cambiado la reflexión de su quéhacer docente? ¿ha cambiado o simplemente se ha mantenido?
17. ¿Qué considera que habría que cambiar o implementar en este taller?