



**INTEGRACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL PCK EN UNA PROFESORA QUE
ENSEÑA CIENCIAS NATURALES A ESTUDIANTES SORDOS**

Astrid Eliana Cuartas Cuartas

Tesis doctoral presentada para optar al título de Doctora en Educación

Directores

Carlos Arturo Soto Lombana, Doctor (PhD) en Investigación en Didáctica de las Ciencias

Fanny Angulo Delgado, Doctora (PhD) en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Doctorado en Educación

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Cita	(Cuartas, 2024)
Referencia	Cuartas Cuartas, A.E. (2024). <i>Integración de los componentes del PCK en una profesora que enseña ciencias naturales a estudiantes sordos, 2024</i> [Tesis doctoral]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Doctorado en Educación, Cohorte XVI.

Grupo de Investigación Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas (GECEM).

Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP).



Centro de Documentación Educación

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano: Wilson Antonio Bolívar Buriticá.

Jefe de Departamento de Educación Avanzada: Ruth Elena Quiroz Posada.

Ilustraciones realizadas por: Ana María Lotero Vásquez

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedico esta investigación a toda mi familia, especialmente a mi padre y a mi madre (Q.E.P.D) quienes durante todo el tiempo que compartimos juntos me enseñaron la responsabilidad; me dieron las bases para salir adelante en mi vida cotidiana, académica y profesional; me enseñaron a enfrentar las dificultades y a ser la persona que soy actualmente con principios, valores, perseverancia y empeño.

Todo esto me lo brindaron con una gran dosis de amor y cariño sin pedir nada a cambio.

También, quiero dedicarle este trabajo a mi hija y a mi esposo por soportarme con paciencia, por su comprensión y por brindarme fuerzas cuando las necesité. Me brindaron un equilibrio emocional que permitió sacar todo mi potencial.

Les pido perdón porque han sufrido las consecuencias de este trabajo realizado ¡Siempre estaré agradecida por ello!

Agradecimientos

A mi Padre Celestial por permitirme cumplir esta meta

A mi esposo Carlos y a mi hija Daniela, por su comprensión y apoyo en este proceso académico.

A mis amigos y directores de Tesis Dra. Fanny Angulo y Dr. Carlos Soto y a la profesora Dra.

A la Dra. Soonhye Park quien aceptó acompañarme en parte de este proceso.

María Mercedes por su motivación, sabiduría y apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

A mis profesores del doctorado que participaron de alguna manera en mi desarrollo profesional

A mi hermana Silvia Edith, a mis primas Paula, Laura y a mis amigas Linda y Sandra, quienes constantemente me dieron ánimos y fuerzas para seguir adelante.

A mis compañeros de trabajo de la Facultad de Educación (Tarcilo, Bibiana, Liliana, Diela, Geovanny, Mónica, Beatriz Londoño y otros profesores), a mi profesora y amiga Dra. Marta Wolf y a mi compañera y amiga Caro que siempre creyeron en mí y me brindaron sus buenas energías.

A mi gran exalumna y amiga Leidy Tatiana quien fue la que me inspiró a realizar este trabajo.

A Giovanny quien me brindó alegrías en momentos de tristeza para poder continuar.

A mi estudiante Ana Lotero, quien me ayudó con los dibujos para darle color a este trabajo.

A la I.E Francisco Luis Hernández Betancur y a los profesores que me brindaron la oportunidad de conocer la educación inclusiva en la realidad.

A la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, cuya comunidad académica me permitió conocer y compartir experiencias con

docentes comprometidos en mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de nuestros profesores en formación.

Contenido

Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
CAPITULO I.....	20
1. Planteamiento del problema.....	21
1.1. Antecedentes	26
1.2. Justificación.....	34
1.3. Objetivos	36
1.3.1. Objetivo general	36
3.1.1. Objetivos específicos.....	36
CAPÍTULO II	37
2. Marco conceptual	38
2.1. Conceptualización del PCK	38
2.2. Relaciones entre los componentes del PCK.....	41
2.2.1. Relación del PCK del profesor con el aprendizaje de los estudiantes	42
2.2.2. Influencia del PCK en la formación del profesor.....	43
2.2.3. Mapeo de la interacción de los componentes del PCK.....	44
2.3. El PCK en el ámbito de la inclusión	46
2.4. Educación Inclusiva	47
2.5. Modelo Consensuado Refinado-MCR del PCK.....	49
2.5.1. PCK promulgado (ePCK).....	51
2.5.2. PCK personal (pPCK)	52
2.5.3. PCK colectivo (cPCK)	53
CAPITULO III	55

3. Metodología	56
3.1. Paradigma y enfoque de investigación.....	56
3.2. Construcción del caso: Dispositivo docente profesora, modelo lingüístico e intérprete	57
3.3. Contextualización.....	58
3.4. Fuentes, instrumentos y técnicas para la recolección de la información	61
3.4.1. Acercamiento con la profesora de Ciencias Naturales, el modelo lingüístico y la intérprete	62
3.4.1.1. Entrevista Biográfica.....	63
3.4.1.2. Aplicación de la entrevista Representación del Contenido-ReCo para caracterizar el PCK.	63
3.4.2. Observación de las clases	64
3.4.3. Análisis de transcripción y sinopsis	65
3.4.4. Construcción del mapa del PCK	68
3.4.4.1. Procesamiento de la información y construcción del mapa del PCK de la profesora.....	70
3.4.4.2. Construcción del mapa del PCK a partir de la entrevista ReCo.....	70
3.4.4.3. Construcción del mapa del PCK a partir de las clases de la unidad didáctica en genética	86
3.4.4.4. Resumen de las fases del proceso metodológico	93
3.4.4.5. Integración de los cinco componentes del PCK en la práctica docente de la profesora de ciencias naturales.....	94
3.4.4.6. La interacción de la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico como base de las decisiones para la enseñanza a estudiantes sordos.	94
CAPITULO IV	96
4. Resultados y Discusión	97
4.1. <i>Conocimiento del currículo en ciencias-KSC</i> : componente del PCK de la profesora de Ciencias Naturales que se activó con más fuerza para caracterizar su conocimiento.....	102
4.1.1. El <i>Conocimiento del currículo en ciencias-KSC</i> : un componente relevante para la enseñanza a estudiantes sordos.	107

4.1.1.1. El <i>Conocimiento del currículo en ciencias-KSC</i> y el <i>Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU</i> : componentes que interactúan fuertemente en la enseñanza a estudiantes sordos.	110
4.1.1.2. El <i>Conocimiento del currículo en ciencias-KSC</i> y el <i>Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR</i> : dos componentes que interactúan en la enseñanza a estudiantes sordos	112
4.2. Interacción de los componentes del PCK de la profesora e identificación del componente que dirige con mayor influencia su práctica docente para estudiantes sordos	116
4.3. Señas y significados: elementos clave del <i>Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS</i>	130
4.3.1. Correlaciones entre el PCK del modelo lingüístico con el PCK de la profesora	133
4.4. El papel determinante de la intérprete y su influencia en el componente de estrategias de enseñanza a estudiantes sordos	145
4.5. La interacción de la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico aportan a las decisiones sobre la enseñanza de las ciencias a estudiantes sordos	153
4.5.1. PCK colectivo: el trabajo colaborativo entre la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico es el primer paso para la construcción de una adecuada enseñanza de las Ciencias Naturales a estudiantes sordos.....	155
CAPITULO V	161
Conclusiones	162
5.1. ¿Cuál de los componentes del modelo del PCK de la profesora de Ciencias Naturales, se activa con más fuerza para caracterizar su conocimiento?	163
5.2. ¿Cuál de los componentes de su PCK dirige con mayor influencia su práctica docente para el desarrollo de nuevas formas de enseñanza para estudiantes sordos?	164
5.3. ¿Cuál es la mayor contribución de los hallazgos encontrados en esta investigación que potencialice la nueva conceptualización del PCK?.....	167
5.4. Recomendaciones.....	170
Referencias	173
Anexos.....	184

Lista de tablas

Tabla 1. Reportes bibliográficos mostrados cronológicamente que aportan a la línea de investigación sobre el PCK	27
Tabla 2. Reportes bibliográficos mostrados cronológicamente que aportan a la línea de investigación sobre el PCK en el ámbito de la inclusión	32
Tabla 3 Resumen de los aspectos importantes de cada uno de los episodios de la unidad didáctica de genética.	60
Tabla 4 Matriz para la construcción del mapa del PCK de la profesora.	71
Tabla 5 Ejemplo de cómo se construyó la interacción entre los componentes del PCK a partir de la entrevista ReCo de la profesora.....	81
Tabla 6 Ejemplo de cómo se construyó la interacción entre los componentes del PCK a partir de las evidencias de las clases de genética.....	87
Tabla 7. Relación de objetivos y preguntas de la investigación con las fases metodológicas	93
Tabla 8 Evidencia de categorías emergentes de las entrevistas biográficas.....	98
Tabla 9. <i>Ejemplo de la construcción del PCK de la profesora a partir de las entrevistas ReCo y de las transcripciones de la intervención de la profesora en los episodios de la unidad didáctica en genética.....</i>	103
Tabla 10 Evidencias ReCo de la profesora a través de categorías emergentes que muestran la importancia del Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU en sordos	110
Tabla 11 Evidencias de la interacción e integración del <i>Conocimiento del currículo en ciencias-KSC</i> , con el <i>Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU</i>	126
Tabla 12 Evidencia de la intervención de la profesora en los procesos evaluativos durante la clase.....	132
Tabla 13 Evidencias de las entrevistas ReCo de la Intérprete y sus intervenciones en los episodios de la unidad didáctica de genética.....	149

Lista de figuras

Figura 1 Modelo del Pentágono de Park y Oliver.....	39
Figura 2- Representación del Modelo Consensuado Refinado-MCR del PCK como resultado de diálogo y reflexiones de expertos internacionales sobre la formación docente en ciencias	50
Figura 3. Matriz de la videoscopía.....	66
Figura 4. Matriz de la transcripción del episodio 1 en donde se muestra el potencial de la videoscopía con la intervención de los participantes en especial de la Interprete durante el episodio 1	67
Figura 5 Interacción y frecuencia entre el conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias – KISR y el Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU.....	83
Figura 6 Mapa del PCK de profesora construido a partir de la entrevista ReCo	83
Figura 7 Interacción y frecuencia entre el conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias – KISR y Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU construido a partir de los episodios.....	89
Figura 8 Mapa del PCK de la profesora construido a partir las evidencias de los episodios de la unidad didáctica de genética.	91
Figura 9 Conocimiento del currículo en ciencias-KSC: Componente del PCK de la profesora que se activa con mayor fuerza y su interacción con el conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU y con el conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR.....	106
Figura 10 <i>Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU influenciado por el Conocimiento del currículo en ciencias-KSC y por el Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS.....</i>	120
Figura 11 <i>Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR y su interacción con el Conocimiento del currículo en ciencias-KSC y con Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS</i>	123
Figura 12 Otros componentes del PCK de la profesora que también son importantes en su acción docente para la enseñanza de genética a estudiantes sordos	124
Figura 13 Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS: componente del PCK del modelo lingüístico que se activa con mayor fuerza y su interacción con el Conocimiento	

sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR y con el Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU..... 139

Figura 14 Comparación del mapa PCK de la profesora y del modelo lingüístico con respecto a los componentes que se activan con más fuerza y que dirigen su práctica pedagógica..... 141

Figura 15 Correlación entre los componentes del PCK de la profesora y del modelo lingüístico 142

Figura 16 *PCK de la intérprete* 148

Siglas, acrónimos y abreviaturas

PCK	Pedagogical Content Knowledge
MCR	Modelo Consensuado Refinado
ePCK	PCK promulgado
pPCK	PCK personal
cPCK	PCK colectivo
OTS	Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias
KSC	Conocimiento del currículo en ciencias
KSU	Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias
KAS	Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias
KISR	Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias
P	Profesora
M	Modelo lingüístico
I	Intérprete
Inv	Investigadora
E	Estudiante (cada estudiante está identificado con un número diferente)
ADN	Ácido Desoxiribonucleico
ReCo	Representación del contenido (CoRe por sus siglas en inglés Content Representation)
GECEM	Grupo de Investigación Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
LSC	Lengua de Señas Colombiana

Resumen

Se presentan resultados sobre integración de los componentes del El Pedagogical Content Knowledge- PCK¹ en una profesora que enseña ciencias naturales a estudiantes sordos, en donde se pretende potenciar la conceptualización actual del PCK en esta perspectiva. El estudio se basó en el modelo del pentágono del PCK (Park & Oliver, 2008b; Park & Chen, 2012) y se usó el mapeo propuesto por Park y Chen (2012). Se puso en discusión cómo estos resultados entran en diálogo con el Modelo Consensuado Refinado -MCR (Carlson & Daehler, 2019). Los resultados muestran que el componente del PCK que se activó con más fuerza en la profesora es el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* que interacciona fuertemente con *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y con *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*. Los componentes que más influyen sobre su práctica docente son *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS* y *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS*. Lo anterior, indica que las estrategias que utilizó en este contexto estuvieron orientadas a que los estudiantes comprendieran el mundo, desde lo que ella conoce dentro de su formación profesional entendiendo lo que es la educación inclusiva. Finalmente, el estudio del PCK del modelo lingüístico mostró que influye en el PCK de la profesora, especialmente en el *KAS* y la intérprete en *KSU*. Estas relaciones son explicadas por el Modelo Consensuado Refinado-MCR del PCK, en donde se identifica una capa que describe un conocimiento especializado que tienen muchos profesores en un determinado campo. Las reflexiones sobre estas interacciones permitieron abrir las puertas para los estudios que contribuyan a la conceptualización del PCK y a la potencialización del MCR en un trabajo colectivo en este contexto de educación inclusiva.

Palabras clave: PCK, sordos, enseñanza de Ciencias Naturales, MCR

¹ Se tiene conocimiento sobre las diferentes discusiones generadas en el marco de la conceptualización del PCK, no solo por su traducción como 'Conocimiento Didáctico del Contenido', sino por los elementos que la conforman. Sin embargo, por los trabajos desarrollados por Shulman (1986-1987) y los presentados por Park y Oliver (2008b), en donde se demuestra que es un tipo de conocimiento que implica una relación conjunta de procesos didácticos, pedagógicos y curriculares que difícilmente se pueden separar en los momentos de planeación, enseñanza y reflexión que vive un profesor, se ha privilegiado la nominación de 'PCK'. Teniendo esto en consideración, es necesario precisar que no es objeto de esta investigación entrar en discusión sobre la traducción del término al castellano por lo cual, en este informe se usará la sigla PCK.

Abstract

Results are presented on the integration of Pedagogical Content Knowledge- PCK² components in a teacher who teaches natural sciences to deaf students, where it is intended to enhance the current conceptualization of PCK in this perspective. The study was based on the PCK pentagon model (Park & Oliver, 2008b; Park & Chen, 2012) and the mapping proposed by Park and Chen (2012) was used. It was discussed how these results enter into dialogue with the Refined Consensus Model - RCM (Carlson & Daehler, 2019). The results show that the PCK component that was most strongly activated in the teacher is the *Knowledge of science curriculum-KSC*, which strongly interacts with *Knowledge of students understanding in science-KSU* and *Knowledge of instructional strategies for teaching science-KISR*. The components that most influence their teaching practice are *Orientation to teaching science-OTS* and *Knowledge of assessment of science learning-KAS*. The foregoing indicates that the strategies they produced in this context were aimed at students understanding the world, from what she knows within her professional training, understanding what inclusive education is. Finally, the study of the PCK of the linguistic model showed that it influenced the PCK of the teacher, especially the KAS and the interpreter at KSU. These relationships are explained by the PCK's Refined Consensus Model-RCM, where a layer is identified that describes a specialized knowledge that many teachers have in a given field. The reflections on these interactions allowed to open the doors for the studies that contributed to the conceptualization of the PCK and the potentiation of the RCM in a collective work in this context of inclusive education.

Keywords: PCK, deaf, teaching of Natural Sciences, RCM

² There is knowledge about the different discussions generated within the framework of the PCK conceptualization, not only because of its translation as 'Didactic Content Knowledge', but also because of the elements that make it up. However, due to the works developed by Shulman (1986-1987) and those presented by Park and Oliver (2008b), where it is shown that it is a type of knowledge that implies a joint relationship of didactic, pedagogical and curricular processes that are hardly can separate in the moments of planning, teaching and reflection that a teacher lives, the nomination of 'PCK' has been privileged. In consideration of the above, it is necessary to specify that it is not the object of this research to discuss the translation of the term into Spanish, for which the acronym PCK will be used in this report..

Introducción

En la literatura internacional se encuentran varios registros de estudios relacionados con la caracterización del PCK de profesores de diferentes áreas de Ciencias Naturales, Artes, Ciencias Sociales (Ravanal & López-Cortes, 2016; Schmelzing *et al.*, 2013; Park & Chen, 2012; Loughran, *et al.*, 2012). En los últimos años se han realizado investigaciones que aportan a los estudios en estas áreas, las cuales han generado tensiones por la poca claridad que reportan en los resultados.

Sin embargo, muchas de estas contribuciones se consideran positivas en tanto refuerzan los diseños de los currículos y de los materiales que son utilizados en los procesos de enseñanza y de formación permanente e inicial de profesores (Hume, Cooper & Borowski, 2020; Carlson *et al.*, 2019; Suh & Park, 2017; Rozenszajn & Yarden, 2014; Hashweh, 2013; Loughran *et al.*, 2012; Mora & Parga, 2008).

En consideración a los aportes positivos de los estudios sobre el PCK y, en especial con los pocos estudios que relacionan estos resultados con las prácticas inclusivas, la configuración del PCK en el contexto particular de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales para estudiantes sordos se convierte en un pilar importante para sus nuevas conceptualizaciones.

Son pocos los estudios sobre la caracterización del PCK que se reportan en la literatura relacionados con profesores de ciencias naturales que desarrollan su docencia en contextos de educación inclusiva (Cufa, 2017; Murayama, 2016; Güven, Gürefe & Arıkan, 2022). Dadas las características de la enseñanza para los estudiantes sordos, en donde se requiere del trabajo concertado del profesor de ciencias naturales con otros profesionales especializados, como un modelo lingüístico³ y un intérprete, caracterizar los componentes del PCK en estos agentes educativos, además del PCK del profesor resulta de gran relevancia.

³ El Instituto Nacional para Sordos-INSOR, organismo adscrito al Ministerio de Educación Nacional-MEN, quien tiene la responsabilidad de generar lineamientos para la educación de las personas sordas en Colombia, estructuró el Modelo Bilingüe Bicultural, el cual garantiza los derechos de la población sorda y orienta al país sobre cómo la normativa en Colombia es aplicada en la enseñanza de esta población. En este modelo interviene una persona sorda quien es figura determinante en el proceso de modelamiento de una lengua, en el desarrollo de la competencia comunicativa y en la construcción de saberes e identidad. Para esta investigación se hará referencia de esta persona sorda como modelo lingüístico tal como lo establece el decreto 1421 de 2017 y como lo publican en el documento del MEN: “*Modelo bilingüe bicultural de educación inicial para la primera infancia Sorda*” (Arias, *et al.*, 2020)

A partir de esta consideración, la metodología de esta investigación, la cual se encuentra dentro del paradigma cualitativo y el método de estudio de caso, permitió investigar a tres personas en particular, quienes conforman el dispositivo docente y a quienes se les realizaron entrevistas, se analizaron datos recolectados y se sacaron conclusiones que permitieron contestar las preguntas de investigación y brindar claridad a los objetivos planteados.

La Institución Educativa en donde se realizó la intervención cumple con los lineamientos normativos de Colombia, ya que se establecen los parámetros y criterios para la prestación del servicio educativo, no sólo para las personas en situación de discapacidad, sino para todo aquel que desea ingresar a ella. El estudio del PCK de la profesora se realizó con base en la enseñanza de la unidad didáctica de genética, con 6 grabaciones sincrónicas con una duración promedio de 26 minutos ⁴. A cada una de las grabaciones se les identificaron los episodios relevantes para esta investigación: Genética-ADN; ADN y Herencia; Diálogo sobre Vocabulario genética; Genética - ADN y vocabulario en señas y Herencia -Alteraciones cromosómicas.

El grupo donde trabajó la profesora contaba con 13 estudiantes entre los 14 y los 21 años de edad, con presencia de 12 estudiantes sordos y dos oyentes, en donde uno de ellos presentaba autismo. Para la recolección de la información se utilizaron entrevistas relacionadas con la biografía de los participantes y entrevistas de la Representación del Contenido ReCo para caracterización del PCK de los participantes. Estas fueron trianguladas con expertos y adaptadas para cada uno de los agentes educativos. La sinopsis de cada una de las clases permitió seleccionar los segmentos relevantes para la investigación.

Durante la realización de esta sinopsis se pudo sistematizar una matriz en Excel que permitió la visualización de la información y reforzó el potencial de la videoscopía. El mapeo del PCK de la profesora, del modelo lingüístico y de la intérprete mediante la sistematización de la

⁴ Para la técnica de la videoscopía, se solicitaron a la profesora las grabaciones de las clases (Episodios) en consideración al aislamiento preventivo por la situación de pandemia frente al SARS-COVID 19. Su transcripción escrita como herramienta para hacer el análisis de los eventos de enseñanza ocurridos dentro del aula y las interacciones con los estudiantes fueron utilizadas.

información permitió que los datos pudieran ser recopilados de una manera organizada y facilitó su análisis detallado.

Para la construcción del mapa del PCK a partir de la entrevista ReCo y de las clases de la unidad didáctica en genética, se utilizaron palabras o ideas clave identificadas en las transcripciones que se relacionan con cada uno de los componentes del PCK. Para ello, se tuvieron en cuenta aquellos estudios relacionados con la aplicación de la ReCo en la construcción del PCK (Melo, *et al.*, 2020; Suh & Park, 2017; Candela, 2017; Bertram, 2014) de la siguiente manera:

Conocimiento del currículo en ciencias-KSC, las palabras o ideas, están en consonancia con el contenido específico que se desea enseñar y los objetivos que se tienen en el aprendizaje.

Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS, las palabras clave estuvieron orientadas hacia las creencias y el conocimiento que la profesora tenía con respecto a los propósitos en este contenido de genética de tal manera que los estudiantes pudieran construir el concepto a partir de su realidad como sordos.

Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU, las ideas estaban orientadas a la implementación de modelos, herramientas, técnicas y estrategias de enseñanza para que los estudiantes sordos pudieran comprender los conceptos en genética. También se tuvieron en cuenta las ideas y el interés que los estudiantes tenían sobre la genética y las concepciones alternativas que pudieran influir en la enseñanza de este tema.

Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR, se relacionaron con algunas técnicas, estrategias y herramientas de enseñanza que la profesora utilizó para la comprensión de los conceptos en genética.

Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS las palabras clave o ideas principales estuvieron encaminadas a verificar cómo la profesora monitoreó el nivel de comprensión de dichos conceptos a lo largo de todo el proceso.

El análisis en profundidad relacionado con el mapeo del PCK a partir de las clases de la unidad didáctica en genética brindó mayor evidencia de las frecuencias entre las interacciones de los componentes del PCK y permitió un análisis más amplio de cada una de las respuestas ReCo de la profesora. Es decir, las palabras o las ideas clave encontradas en estos fragmentos de cada una de las clases pudieron dar cuenta de lo expresado por la profesora en sus respuestas de la entrevista ReCo.

El análisis de los resultados relacionados con las entrevistas biográficas reveló cuatro categorías emergentes que son compartidas entre los participantes y que mostraron estar sensibilizados frente a la educación inclusiva en su ambiente laboral. Por lo tanto, la educación a estudiantes sordos debe ser un trabajo colaborativo e interactivo en el aula de clase (Clark, *et al.*, 2021; Rodríguez *et al.*, 2019; Trejo & Martínez, 2021) y que es necesario hacer transformaciones en la práctica pedagógica con respuestas educativas que favorezcan la diversidad cultural y lingüística de las personas sordas en donde la lengua de señas colombiana es su primera lengua.

La propia reflexión del profesor debe ayudar a generar estrategias nuevas desde el enfoque del modelo de educación bilingüe bicultural (Arias, *et al.*, 2020; Herrera & Calderón, 2019). Sin duda, la profesora, el modelo lingüístico y la intérprete son agentes importantes en el proceso de enseñanza de la unidad didáctica de genética a estudiantes sordos, en tanto se preocupan por innovar estrategias de enseñanza en sus prácticas con gran potencial transformador.

Los resultados relacionados con el mapeo del PCK indican que el componente que se activó con más fuerza en la profesora fue el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* y por ello, el mapa se realizó a partir de este componente, en vez de construirse a partir del *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS*, como es lo habitual que se reporte en la literatura. En este caso, el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* interacciona fuertemente con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y con el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*.

Lo anterior y las evidencias analizadas indican que la profesora conoce muy bien los lineamientos curriculares establecidos para la enseñanza de la genética, pero selecciona aquellos que puedan brindar bases suficientes para eliminar no sólo las barreras auditivas, sino también las de la sociedad. En ese sentido, establece estrategias didácticas a través del sentido de la visión. Estas estrategias son producto de constantes reflexiones relacionadas con las fortalezas que se presentan en la comunidad académica de la institución educativa para poder brindar oportunidades de una educación con equidad.

Sin embargo, Grossman y colaboradores (2005), indicaron que dominar los contenidos no garantiza el aprendizaje y por ello, el estudio también reveló cuáles de estos componentes tienen una mayor influencia en su práctica docente para el desarrollo de nuevas formas de enseñanza, en especial en este contexto de la educación inclusiva.

En ese orden de ideas los resultados muestran que el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS* y el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* son los componentes más importantes en su práctica docente, lo que indica que las estrategias que utilizó en este contexto estuvieron orientadas hacia las creencias que ella tuvo con respecto a los propósitos de este contenido, de tal manera que los estudiantes comprendieran el mundo, desde lo que ella conoce dentro de su formación profesional y busca estrategias de presentación de los contenidos, lo cual implica que la profesora comprende lo que es la educación inclusiva.

La caracterización de los PCK de los agentes educativos reveló, por un lado, que el modelo lingüístico participa activamente en los procesos de enseñanza en tanto apoya a la profesora en los procesos evaluativos, lo cual se ve reflejado en que el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* que fue el componente que se le activó fuertemente para dirigir su práctica docente. Este componente interactúa con el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* y con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* tal como ocurrió con el componente que se activó potentemente en la profesora.

Por otro lado, el PCK de la intérprete de lengua de señas mostró que su interacción sólo se limita a la traducción e interpretación de los conceptos. Sin embargo, los hallazgos de esta investigación muestran que su papel es determinante y tiene gran influencia en el componente de estrategias de enseñanza a estudiantes sordos ya que participa activamente con la profesora y el modelo lingüístico durante la planeación de las clases.

Finalmente, la interacción entre estos tres agentes educativos radica en que cada uno de ellos combina las bases de sus conocimientos y las diferentes experiencias de enseñanza en el tema de genética en este contexto particular para los estudiantes sordos. Por lo anterior y teniendo en cuenta las reflexiones que se han tenido en los últimos años con respecto al PCK colectivo, estas relaciones son explicadas por el Modelo Consensuado Refinado-MCR del PCK, en donde se identifica una capa que describe un conocimiento especializado que tienen muchos profesores en un determinado campo. Las reflexiones en torno a estas interacciones permitieron abrir las puertas para los estudios que contribuyan a la conceptualización del PCK y para la potencialización del MCR en un trabajo colectivo como lo es en un contexto de educación inclusiva.

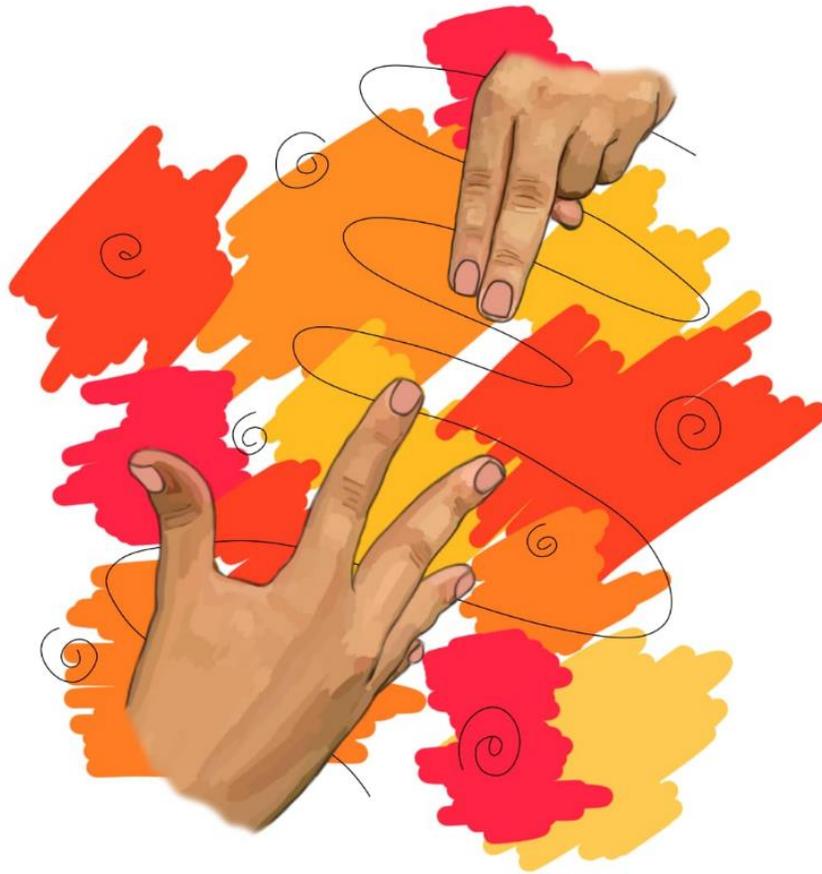


Ilustración realizada por Ana María Lotero Vásquez.

CAPITULO I

En este capítulo se realiza un acercamiento a la manera cómo se planteó el problema de investigación a partir de preguntas que orientaron este trabajo con relación a la naturaleza de la integración de los cinco componentes del PCK en la práctica docente de una profesora de Ciencias Naturales, en un contexto de educación inclusiva. Además, se muestran los antecedentes, la justificación y los objetivos que soportan este estudio.

1. Planteamiento del problema

El Pedagogical Content Knowledge- PCK⁵ ha sido entendido como una mezcla entre el contenido y la pedagogía que está presente en las prácticas pedagógicas de cada profesor, en donde se resaltan diferentes conocimientos que son necesarios en los procesos de enseñanza.

Actualmente, se ha aceptado como un modelo que constantemente está en evolución como una manera de entender el conocimiento de los profesores cuando hacen planeación, implementación y reflexión sobre la enseñanza y el aprendizaje (Parga & Mora, 2014)

Son varias las investigaciones basadas en el modelo del PCK. Por ejemplo, el Grupo de Investigación Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas -GECEM de la Universidad de Antioquia, ha contribuido con estudios relacionados con prácticas docentes en primaria, secundaria y educación superior. Uno de los más relevantes es el de Parra, Angulo y Soto (2018) quienes hicieron un estudio sobre el PCK de una profesora universitaria en donde se muestra el vínculo con los elementos definidos para el andamiaje, utilizando el mapeo de relaciones entre componentes de dicho modelo. Los resultados señalan la importancia de la metáfora del andamiaje en función de ciertas interacciones entre los componentes del PCK.

En ese mismo sentido, Parra (2019) recopiló los aportes más relevantes de los estudios de varios autores sobre el modelo del PCK, desde el 2008 hasta el 2017 y consiguió relacionarlo con el concepto de ‘Andamiaje’ en tanto indagó por las características de contingencia, desvanecimiento y transferencia de responsabilidad. Sin embargo, lo más interesante en su aporte

⁵ Se tiene conocimiento sobre las diferentes discusiones generadas en el marco de la conceptualización del PCK, no solo por su traducción como ‘Conocimiento Didáctico del Contenido’, sino por los elementos que la conforman. Sin embargo, por los trabajos desarrollados por Shulman (1986-1987) y los presentados por Park y Oliver (2008b), en donde se demuestra que es un tipo de conocimiento que implica una relación conjunta de procesos didácticos, pedagógicos y curriculares que difícilmente se pueden separar en los momentos de planeación, enseñanza y reflexión que vive un profesor, se ha privilegiado la nominación de ‘PCK’. Teniendo esto en consideración, es necesario precisar que no es objeto de esta investigación entrar en discusión sobre la traducción del término al castellano por lo cual, en este informe se usará la sigla PCK.

al PCK fue el mapeo de estas relaciones siguiendo la propuesta de Park y Chen (2012) para tres casos de profesores universitarios de biología y matemáticas.

En los últimos años las investigaciones sobre el PCK han originado algunas tensiones y falta de claridad frente a muchos resultados de investigación. Además, es interesante resaltar que en su afán por dar claridades se han planteado otras representaciones para el PCK tal como el Modelo Consensuado Refinado -MCR (Carlson & Daehler, 2019)

A pesar de estas controversias los estudios han reforzado algunos acuerdos básicos con respecto a la contribución positiva que puedan generar las investigaciones sobre el PCK en el diseño de currículos, diseño de materiales que apoyan la enseñanza y la formación permanente e inicial de los profesores (Hume, Cooper & Borowski, 2020; Carlson *et al.*, 2019; Suh & Park, 2017; Rozenszajn & Yarden, 2014; Hashweh, 2013; Loughran *et al.*, 2012; Mora & Parga, 2008)

Por su parte, Park y Oliver (2008b) indicaron que la integración de los componentes del PCK es fundamental para el desarrollo y estructuración del modelo (Cochran, DeRuiter & King, 1993; Magnusson, Krajcik & Borko, 1999), aunque inicialmente se prestó poca atención a la manera cómo se conectan los componentes individuales con otros para poder organizar, desarrollar y validar el PCK (Park & Chen, 2012), tal como lo indicaron Friedrichsen y colaboradores (2011) en un estudio con profesores de ciencias.

En concordancia con lo anterior, los estudios sobre el PCK en el ámbito de las ciencias experimentales, los cuales están más focalizados en las áreas de Química y Física que en Biología, muestran resultados que aportan significativamente al fortalecimiento y a la caracterización del PCK, pero en cada uno de ellos se señala la necesidad de integración de conocimientos, el reconocimiento de lo que necesitan entender los estudiantes y la identificación de los obstáculos para comprender la información (Ravanal & López-Cortes, 2016; Schmelzing *et al.*, 2013; Park & Chen, 2012; Loughran, *et al.*, 2012).

Por otro lado, en el ámbito de atención a la diversidad, son pocos los estudios que relacionan la influencia del PCK, incluyendo en este caso, a las personas con discapacidad auditiva en el área de las ciencias experimentales. Por ejemplo, se conoce el trabajo de Chapoo y colaboradores

(2012) en donde mostraron la necesidad de mejorar los métodos de enseñanza, ya que evidencian que los profesores –en general- son incapaces de diseñar actividades de enseñanza y de evaluación adecuadas en el área de la biología, para atender a la educación en ciencias de personas con algún tipo de discapacidad.

Por su parte, Murayama (2016) explica cómo, en el sistema japonés, la certificación para los profesores de esta área se basa sólo en la de las escuelas regulares, es decir, que solo tienen en cuenta la enseñanza de los estudiantes sin discapacidad, por lo tanto, su trabajo pudo aportar al estudio del PCK a nivel de pregrado a través actividades artísticas de estudiantes universitarios y estudiantes con múltiples discapacidades.

Cufa (2017), en un estudio de caso, analizó cómo los profesores en formación de las áreas de las ciencias sociales en educación media cambiaron el paradigma hacia una pedagogía inclusiva. Los futuros profesores describieron cómo desarrollaban su visión de la enseñanza y el propósito de los estudios sociales con relación al conocimiento que tienen sobre la manera cómo aprenden sus estudiantes, especialmente aquellos con discapacidades. En general, este estudio abordó brechas de investigación para saber cómo influía la filosofía educativa de estos futuros profesores para reflejar una enseñanza y prácticas inclusivas reales (Jordon *et al.*, 2009), ya que, si no desarrollan una visión formativa de la enseñanza hacia una pedagogía inclusiva, pueden generar sentimientos negativos o niveles de ansiedad en la enseñanza cuando se enfrentan a un grupo con capacidades diversas.

Finalmente, Güven, Gürefe y Arıkan (2022) presentaron un trabajo relacionado con el PCK de profesores en el ámbito de la inclusión, el cual llamaron IPCK (por sus siglas en inglés Inclusive Pedagogical Content Knowledge). Estos investigadores hicieron una distinción entre la pedagogía inclusiva y el concepto del PCK, en donde la primera se relaciona con el conocimiento pedagógico que deben tener los profesores que brindan educación en estas clases con un enfoque de aprendizaje y enseñanza que ayuda a responder a las diferencias individuales. En cuanto al concepto del PCK y su relación con el área de la inclusión, el docente de educación inclusiva debe tener una experiencia en el aula exitosa, hacer ajustes razonables al currículo con relación a las necesidades

individuales, establecer eficiente comunicación y gestión en el aula, brindar equidad en las oportunidades a los estudiantes discapacitados con respecto a sus compañeros y no dejarlos por fuera del grupo.

En ese sentido, su estudio se basó en la explicación del concepto de ángulo a estudiantes con dificultades en el aprendizaje y a estudiantes con discapacidad auditiva. En el primer grupo, los profesores utilizaron materiales con ejemplos concretos de la vida cotidiana y en sus explicaciones, no realizaron otras actividades y tuvieron una enseñanza centrada en el profesor en el aula. En el segundo grupo, los profesores dieron más importancia a la visualización por su mayor conciencia sobre las necesidades de los alumnos.

Durante el análisis se observó que los profesores hicieron cambios en la organización y planificación de la enseñanza de acuerdo con las necesidades y diferencias de los alumnos en estas clases inclusivas. Estos cambios, la gran mayoría similares o que cambian según la conciencia de los docentes, confirma la hipótesis de que el PCK que los docentes ponen a trabajar en estas clases inclusivas es propio de dichas clases y, por lo tanto, debe denominarse como PCK inclusivo.

A pesar de lo anterior, se concluye que, a partir del IPCK de los profesores de ambos grupos frente al concepto de ángulo, sus estrategias de enseñanza son insuficientes, ya que expresaron que, si los estudiantes respondían correctamente a preguntas específicas sobre el símbolo, la forma o la medida del ángulo, entendían correctamente el concepto. En otras palabras, afirmaron que el concepto se entiende de acuerdo con la corrección de los resultados. Sin embargo, esta actitud conlleva a memorizar conocimientos por parte de los estudiantes y, por lo tanto, se puede argumentar que una evaluación que ponga énfasis en el proceso, además del resultado, beneficiaría no sólo a los estudiantes sino también a los docentes.

Por otro lado, varios investigadores indican que las personas con discapacidad visual y auditiva pueden aprender cualquier contenido y no debe ser un obstáculo que no se supere para estudiar las ciencias experimentales (Soler, 2014; Weisgerber, 1995). En la enseñanza de estos saberes para estudiantes con discapacidad auditiva, se requiere que la información sea percibida a

través de los otros sentidos y que se diseñen recursos didácticos y tecnológicos adaptados a una educación inclusiva (Weisgerber, 1995; Brigham, Scruggs & Mastropieri, 1992).

Aquellas investigaciones que relacionan el modelo del PCK con las prácticas inclusivas, introducen el conocimiento tecnológico-TK como un nuevo componente. Este nuevo conocimiento, explica cómo un profesor puede desarrollar y brindar una enseñanza efectiva en la cual se integra la tecnología (Mukaddes & Basak, 2018; Akyuz, 2018). Sin embargo, es importante tener en cuenta que la integración satisfactoria de las tecnologías educativas, debe conectar los requisitos del contenido temático, la realidad del contexto del aula, las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y las limitaciones de las tecnologías disponibles en las Instituciones Educativas (Harris & Hofer, 2011).

En este sentido, investigar la configuración del PCK en el contexto particular de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales para estudiantes sordos es de gran importancia, en tanto son pocos los estudios que muestran relaciones explícitas de este modelo con prácticas inclusivas (Cufa, 2017; Murayama, 2016; Mintz & Wyse, 2015).

En consideración con el planteamiento anterior, la pregunta que guió este estudio es la siguiente ¿Cuál es la naturaleza de la integración de los cinco componentes del PCK en la práctica docente de una profesora de Ciencias Naturales, que ha tenido que realizar adaptaciones de estrategias de enseñanza para estudiantes sordos?

Para resolver este interrogante el estudio se basó conceptualmente en el modelo del pentágono del PCK, en los términos descritos por Park y Oliver (2008b) y para facilitar la identificación, visibilización y medición de las interacciones entre los componentes se usó el mapeo propuesto por Park y Chen (2012). También se puso en discusión cómo estos resultados entran en diálogo o se relacionan con Modelo Consensuado Refinado -MCR (Carlson & Daehler, 2019; Gess-Newsome, 2015)

En adición a la pregunta anterior, la metodología de este proyecto de investigación está diseñada para responder a las siguientes preguntas subsidiarias: ¿Cuál de los componentes del modelo del PCK de la profesora de Ciencias Naturales, se activa con más fuerza para caracterizar

su conocimiento? ¿Cuál de los componentes de su PCK dirige con mayor influencia su práctica docente para el desarrollo de nuevas formas de enseñanza, en especial para estudiantes sordos? ¿Cuál es la mayor contribución de los hallazgos encontrados en esta investigación que potencialice la conceptualización del PCK?

Se propone entonces, aportar al modelo del PCK mediante el mapeo de las relaciones entre los componentes que lo conforman-para el caso de esta profesora, en tanto su práctica docente es percibida en la comunidad educativa como elemento transformador y constructor de realidades relacionadas con estudiantes sordos. Lo anterior, es esencial y novedoso para el desarrollo de nuevas formas de enseñanza que respondan a esa diversidad de características que presentan quienes aprenden (Duck & Loren, 2010).

1.1. Antecedentes

La literatura internacional brinda información importante sobre las investigaciones enmarcadas en el PCK e indica que es una línea de gran diversidad teórica (Tallada, Gairín, & Talavera, 2013; Fischer, Borowski & Tepner, 2012; Abell, 2008). Durante años los expertos han centrado su interés en la conceptualización del objeto propio del modelo, esto es, el conocimiento que el profesor requiere y activa para enseñar, lo cual ha sido de gran controversia y tensión (Hume, Cooper & Borowski, 2019; Parga & Mora, 2014); se han tratado de explicar y caracterizar los componentes del PCK en profesores de diferentes áreas del saber (Park & Chen, 2012; Park, Jang, Chen & Jung 2011) y se han propuesto modelos para tratar de explicar las interacciones entre los componentes del PCK (Park & Oliver, 2008a; Park & Suh, 2017; Gess-Newsome, 2015)

La tabla 1 muestra, de manera cronológica, algunos ejemplos de estos estudios empíricos relacionados con el aporte al estudio sobre el PCK, especialmente en el área de las ciencias naturales

Tabla 1.

Reportes bibliográficos mostrados cronológicamente que aportan a la línea de investigación sobre el PCK

AUTORES	AÑO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Abell	2008	Twenty Years Later: Does Pedagogical Content Knowledge Remain a Useful Idea?	En este trabajo se muestra cómo la noción sobre el PCK se ha desarrollado y ha cambiado durante los últimos 20 años. Se basó en los artículos anteriores que hablan de las reflexiones y la naturaleza de las investigaciones sobre la comprensión de PCK con el fin de dar valor continuo al constructo PCK para la comunidad de educación en ciencias.
Aydin, & Boz,	2013	The nature of integration among PCK components: A case study of two experienced chemistry teachers.	En esta investigación se estudió la naturaleza de la integración entre los componentes del PCK en profesores de química. Los resultados mostraron que el <i>Conocimiento de la comprensión del estudiante-KSU</i> y el <i>Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR</i> fueron las más importantes. Sin embargo, el conocimiento de la evaluación y el currículo fueron los menos efectivos para moldear la enseñanza de los profesores. Con estos resultados se brindó la oportunidad de discriminar las integraciones en cuanto a su tipo, calidad y fuerza.
Parga & Mora	2014	El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico–epistemológicas con las tramas de contexto–aprendizaje	En este artículo se reportó un análisis sobre aquellos debates generados en cuanto a las controversias de conceptualización del PCK de tal manera que les permitió generar un marco metodológico unificado y brindaron ejemplos de aplicación de los elementos de integración en la formación de profesores, contenidos específicos y elaboración de material curricular en química.
Aydin, Demirdogen, Akin, Kondakci & Tarkin,	2015	The nature and development of interaction among components of pedagogical content knowledge in practicum	Se estudiaron las interacciones entre los componentes del PCK de profesores en formación a lo largo de un curso de práctica enriquecido con tutorías. Los resultados revelaron que el desarrollo de las integraciones fue idiosincrásico. Además, la integración de PCK pasó de fragmentada a una más integrada y coherente al final del semestre. Se discutieron, además, las implicaciones para la formación e investigación del profesorado de ciencias.
Berry, Depaepe & Jan van Driel	2016	Pedagogical Content Knowledge in teacher education	Esta publicación hace un recorrido cronológico desde que Lee Shulman introdujo el concepto de PCK para describir el conocimiento que los profesores utilizan para transformar un tema particular para el aprendizaje de los estudiantes, teniendo en cuenta concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje. Shulman

			(1987) definió el PCK como “una amalgama especial de contenido y de pedagogía que es únicamente competencia de los profesores”. Allí se incluyeron otras categorías de conocimiento relacionadas con la pedagogía en general, el currículo, estudiantes y sus características, los contextos educativos, los propósitos y valores educativos y sus fundamentos filosóficos e históricos.
Suh & Park	2017	Exploring the relationship between Pedagogical Content Knowledge (PCK) and sustainability of an innovative science teaching approach	Reportaron interacciones interesantes entre los componentes del PCK de tres profesores de ciencias naturales cuyo enfoque de enseñanza fue la indagación basada en argumentos, mostrando, además, algunos patrones que son comunes en sus PCK. En esa línea de investigación son muchos los trabajos que se han reportado con el fin de hacer contribuciones a los estudios sobre el PCK
Parra, Angulo & Soto	2018	El Vínculo del Andamiaje en la Caracterización del PCK del Profesor de Ciencias. Estudio de Caso en Educación Superior	Se identificaron las relaciones entre los componentes del PCK de un profesor universitario de biología y se mostró la correlación con la metáfora del andamiaje. Los resultados mostraron que las interacciones entre los componentes eran principalmente de orden disciplinar y que el andamiaje está vinculado con el elemento de contingencia, promoviendo la comprensión de los estudiantes y las estrategias de enseñanza
Hume, Cooper & Borowski	2019	Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science	Se buscó mejorar la comprensión de los lectores sobre el conocimiento profesional de los profesores de ciencias. Ilustra cómo la agenda de investigación del PCK puede marcar una diferencia en las prácticas de los profesores y en la forma en que los estudiantes aprenden ciencias. Se ofreció una perspectiva internacional actualizada sobre la naturaleza evolutiva del PCK y cómo está dando forma a las agendas de investigación y formación docente para la enseñanza de las ciencias. Se introdujeron antecedentes a un nuevo modelo conocido como Modelo Consensuado Refinado-MCR del PCK en la educación científica, aclararon y demostraron su uso en la investigación, en la formación y en la práctica docente. También se mostró cómo este nuevo modelo está fuertemente conectado con los datos empíricos de diversa naturaleza y con un lenguaje adaptado para describir la naturaleza de PCK en la educación científica. Además, reportaron que puede usarse como marco para dar orientación en el diseño de futuros estudios sobre el PCK en la enseñanza de las ciencias.

Bohórquez, Marín, Torres & Robles	2019	Pedagogical Content Knowledge of a Biology Teacher about the Concept of Cell: Implications for Biology Teaching	Este artículo presenta un análisis de los componentes del PCK siguiendo el modelo hexagonal propuesto por Park y Oliver (2008) construidos por un docente de biología de grado sexto durante el proceso de enseñanza del concepto célula. Los resultados mostraron que el profesor influye sobre los conocimientos teóricos y conceptuales haciendo que la biología se vea como una ciencia acumulativa de conceptos que no se alteran lo que conlleva a una simple transmisión de contenidos. Se hace evidente la importancia del PCK para saber cómo se podría llegar a un desarrollo más amplio de estos componentes.
Melo, Cañada, & Jeong	2020	Exploring Pedagogical Content Knowledge (PCK) of Physics Teachers in a Colombian Secondary School	Se abordaron las contribuciones más significativas del PCK involucrado en la enseñanza de la física. La mayoría de los estudios han observado las caracterizaciones de PCK a través de contenidos específicos en los currículos de educación básica y media. Se presentaron estudios que muestran evidencia del desarrollo de algunos componentes PCK, incluidos aquellos en los que el PCK es un eje articulador para la formación de profesores de física. Los resultados señalan que, categorías, tal como el conocimiento sobre el currículo y el conocimiento sobre las estrategias de enseñanza, evolucionaron después de la intervención, excepto el conocimiento sobre la evaluación y los alumnos. Esto sugiere un enfoque que involucre la reflexión del docente sobre lo que él/ella diseña y lo que permite avanzar hacia un proceso de enseñanza y aprendizaje más centrado en tendencias innovadoras.
Tufail	2021	Interactions between science teachers' pedagogical content knowledge (PCK) and skills in their chemistry teaching practice	Este estudio se basó en ideas emergentes novedosas en el primer modelo consensuado del PCK y contribuyó a mostrar la interacción del PCK de los profesores con habilidades [PCK&S] en la práctica del aula. Se estudiaron a dos profesores de ciencias de secundaria experimentados durante la enseñanza de una unidad de química a estudiantes de décimo grado. Los hallazgos mostraron que los profesores combinaron saberes: evaluativo, pedagógico, contenido, estudiantes y curricular en su práctica docente. Las interacciones entre ellos se expresaron a través de habilidades específicas [PCK&S] de diversas maneras en episodios particulares de enseñanza. El contexto educativo y las creencias de los docentes fueron amplificadores o filtros para el PCK promulgado por los docentes

Busch, Kudumu & Park 2022	Pedagogical Content Knowledge for Informal Science Educators: Development of the ISE-PCK Framework	El propósito de este estudio fue conceptualizar el PCK para educadores de ciencias informales (ISE-PCK). Se creó un marco de referencia basado en la literatura sobre educación científica informal (ISE) como análogo a los modelos PCK en la educación científica formal. Se utilizó un diseño de investigación exploratorio secuencial de métodos mixtos para revisar, refinar y validar el marco inicial. El marco refinado y validado de ISE-PCK constaba de cinco componentes constitutivos correlacionados: conocimiento de los objetivos de ISE, conocimiento de los programas de ISE, conocimiento de los contextos de la audiencia, conocimiento de las estrategias de participación y conocimiento de la evaluación. De estos cinco componentes, el conocimiento de las estrategias de participación se consideró el más importante y el conocimiento de la evaluación se consideró el menos importante. La articulación de un marco para ISE-PCK es útil para profesionalizar el importante trabajo que realizan los educadores de ISE, así como para brindar orientación para los programas de desarrollo profesional. Este marco para ISE-PCK servirá como base conceptual para futuras investigaciones centradas en el conocimiento de los educadores de ciencias informales en relación con su desempeño y su crecimiento profesional de principiante a experto.
---------------------------	--	--

Asimismo, dentro de estos trabajos que se muestran cronológicamente, incluyendo los estudios sobre el PCK recopilados en el trabajo de Parra (2019), se han registrado unos eventos que son importantes de resaltar ya que sirven para contextualizar y justificar los resultados que se obtuvieron en esta investigación.

Así entonces, se destaca el trabajo de Carlson y colaboradores (2019) quienes en su interés por dar claridad al concepto del PCK, presentaron un modelo que se obtuvo a partir del consenso de un grupo de connotados investigadores en PCK a nivel internacional. Este se denominó Modelo Consensuado-MC, el cual reúne revisiones significativas relacionadas con el conocimiento y las habilidades profesionales de los profesores (Berry, Friedrichsen, & Loughran (Eds.), 2015).

En la publicación de Carlson y colaboradores (2019) se menciona que, desde que se tuvo conocimiento sobre este modelo en la 1ª Cumbre de PCK, Colorado Springs, EE. UU en el 2012, varios investigadores comenzaron a trabajar haciendo contribuciones en esta área del

conocimiento. Por ejemplo, la publicación de “*A Model of Teacher Professional Knowledge and Skill Including PCK. Re-Examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education*” por parte de Gess-Newsome (2015).

Posteriormente, en diciembre de 2016, se realizó la 2ª Cumbre de PCK, en donde participaron nuevos investigadores y otros del evento anterior. En esta reunión se logró mostrar cómo el PCK se desarrolla dinámicamente entre las experiencias en el aula y las contribuciones de los profesionales en torno al profesor que enseña. Es decir, tratar de elaborar el concepto de PCK en la práctica docente durante la planificación, promulgación y reflexión. De esta manera, se podría dar un contexto más amplio del PCK desde el conocimiento personal de un profesor hasta un conocimiento colectivo en tanto es construido con los aportes de múltiples agentes educativos (Carlson *et al.*, 2019)

Lo anterior, conllevó a una serie de discusiones y revisiones, entre los mismos investigadores. Luego, el modelo actualizado fue presentado nuevamente en el 2017, en la Conferencia de la Asociación Europea de Educación Científica (ESERA) llevada a cabo en Dublín (Irlanda). El modelo fue simbolizado por medio de círculos concéntricos y flechas bidireccionales, ya que explicaba de la mejor manera la complejidad de las relaciones entre los elementos de PCK. Es decir, un PCK individual que dependía de otros conocimientos especializados obtenidos de las experiencias en el aula (Carlson, *et al.*, 2019)

Actualmente, es conocido como el Modelo Consensuado Refinado-MCR, en donde se describe el PCK personal (pPCK), el cual se centra en la acción de la enseñanza de la ciencia por parte del profesor y está influenciada por muchos factores, incluidos otros humanos y el medio ambiente. También se representa el PCK promulgado (ePCK), el cual se refiere al conocimiento específico y a las habilidades utilizadas por un profesor individual en un entorno particular, con un estudiante en particular o un grupo de estudiantes, con el objetivo de que ellos aprendan un concepto, una colección de conceptos o un aspecto particular.

Finalmente, este modelo reconoce el PCK colectivo (cPCK) que es construido por la contribución de un profesor individual, a través de la conversación y el intercambio con un grupo

de profesores que brindan las bases de un conocimiento profesional más amplio (por ejemplo, conocimiento de los estudiantes, conocimiento curricular).

Este Modelo Consensuado Refinado-MCR continúa en discusiones permanentes y se han reportado algunos artículos que ilustran las aplicaciones de los profesionales e investigadores, en donde se contextualiza, se hacen conexiones y reflexiones sobre las implicaciones que tiene el modelo para trabajos futuros (Friedrichsen, 2019; Carlson & Elliott, 2019; Kirschner, 2019; Kirschner, *et al.*, 2019)

En ese orden de ideas, Park (2019), hace una reconciliación entre el modelo de consenso refinado y los modelos existentes para avanzar en la investigación científica sobre el PCK. En esta publicación se discute cómo dos modelos sobre el PCK: modelo del pentágono del PCK (Park y Oliver, 2008a) y el modelo indispensable e idiosincrático de PCK (Suh & Park, 2017) pueden ubicarse dentro del Modelo de Consenso Refinado-MCR (Gess-Newsome, 2015)

Mientras que los estudios sobre el modelo del PCK están en discusión y actualmente se hacen investigaciones empíricas que ayudan a dilucidar las reflexiones en el marco de los modelos presentados (Busch, Kudumu & Park, 2022; Park, 2019), los trabajos sobre el PCK de profesores en el ámbito de la inclusión y, en este caso, de aquellos que atienden personas sordas son muy escasos. La tabla 2 muestra algunos ejemplos de los reportes encontrados sobre estos hallazgos:

Tabla 2.

Reportes bibliográficos mostrados cronológicamente que aportan a la línea de investigación sobre el PCK en el ámbito de la inclusión

AUTORES	AÑO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Perry	2013	A Case for Sustainability Pedagogical Content Knowledge in Multicultural Teacher Education	Si bien, no enfatiza directamente sobre discapacidad, esta investigación sí considera la multiculturalidad como un aspecto relevante para una educación sostenible. Se basó en la literatura del área de la educación para hacer aportes a los profesores en formación en esta temática de sostenibilidad. Se propuso un PCK sostenible y se describió el conocimiento de la materia, las orientaciones, el conocimiento curricular y las estrategias de instrucción necesarias para que los profesores promulguen la educación sostenible en diversos entornos escolares. Se basó en una gran cantidad de recursos de los

			campos de la educación ambiental, la educación basada en el lugar y la educación de justicia ecológica. De esta manera, se puede preparar a los profesores para implementar y diseñar currículos culturalmente relevantes y el uso de estrategias de instrucción apropiadas.
Murayama	2016	Pedagogical Content Knowledge in Special Needs Education: A Case Study of an Art Project with the Multiple/Severe Handicapped	Este proyecto tuvo dos puntos importantes para la preparación de profesores en educación especial. El primero, es la oportunidad para el trabajo de campo, ya que muchos de los futuros profesores que se forman en educación especial tienen oportunidades insuficientes para la investigación de campo en lugares donde hay estudiantes con discapacidad debido a la accesibilidad restringida y a la atención médica. El otro punto se refiere al aprendizaje profesional ya que, en el sistema japonés, la certificación para profesores de educación especial se basa en la de las escuelas regulares.
Cufa	2017	Secondary-level social studies pedagogical content knowledge to inclusive pedagogy: How prepared are our teacher candidates to work with students with disabilities	Es un estudio de caso en donde se analizó cómo los profesores en formación de las áreas de las ciencias sociales en educación media cambiaron el paradigma hacia una pedagogía inclusiva. Los participantes compartieron sus experiencias vividas sobre la manera de desarrollar su filosofía de enseñanza y el propósito de los estudios sociales relacionados con la forma en que sus estudiantes conocen y aprenden el contenido, especialmente los estudiantes con discapacidades.
Lancaster & Bain	2019	Designing University Courses to Improve Pre-Service Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Evidence-Based Inclusive Practice.	Se investigó sobre los efectos de un programa de un curso para la formación de profesores. El objetivo fue establecer la influencia que tenía el enfoque del diseño en el dominio del PCK sobre la educación inclusiva de los profesores en formación. Se aplicó una comparación cuasiexperimental entre grupos para establecer los efectos diferenciales de dos diseños de programa de curso; uno basado en el principio teórico y el otro basado en la instrucción en el aula y la experiencia de la práctica. Se analizó si los enfoques innovadores fortalecerían el conocimiento de los futuros docentes sobre las pedagogías de aulas inclusivas basadas en la investigación diferenciada. Los resultados indicaron hallazgos estadísticamente significativos a favor del grupo de diseño integrado para el PCK.
Güven, Gürefe & Arıkcanc	2022	Inclusive Pedagogical Content Knowledge of Mathematics Teachers: Learning Disabilities vs. Hearing Impairments	Se investigó el PCK en un contexto inclusivo (IPCK) de tres profesores de matemáticas que enseñan a estudiantes con discapacidades de aprendizaje (LD) o estudiantes con discapacidad auditiva (HI) frente al concepto geométrico de ángulo. Los resultados mostraron que sus estrategias de enseñanza son insuficientes. Además, se encontró que los profesores que atienden a estudiantes sordos utilizaban más presentaciones múltiples tales como hablar, escribir, dibujar formas y gestos, que aquellos que atendían estudiantes con discapacidades de aprendizaje

Como se puede observar, los pocos estudios sobre el PCK en el ámbito de la inclusión señalan la necesidad de investigar cómo se integran los diferentes componentes del PCK en el contexto de la enseñanza de las ciencias naturales a estudiantes sordos.

1.2. Justificación

Una característica importante en los procesos de enseñanza es el conocimiento profesional de los profesores y, actualmente, es uno de los temas que más investigación ha tenido, ya que las reflexiones sobre la formación de profesores están centradas en mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes (Abell, 2007; Liesa, *et al.*, 2018).

Desde hace más de 30 años cuando Shulman (1987) comenzó a reflexionar sobre este conocimiento en términos del PCK, muchos investigadores lo han propuesto como uno de los asuntos de mayor interés en la formación de profesores (Tufail, 2021; Busch, Kudumu & Park, 2022; Carlson *et al.*, 2019; Gess-Newsome, 2015).

Incluso, han argumentado que los aportes en esta línea de investigación podrían ayudar a mejorar las prácticas docentes y propiciar un mayor aprendizaje en los estudiantes (Abell, 2007), porque cuando un profesor comprende ciertos temas o contenidos que desea enseñar los trata de organizar, representar y adaptar a las necesidades o intereses de los estudiantes en particular (Shulman, 1986, 1987).

En otras palabras, todo el trabajo que realiza un profesor en el aula está soportado en perspectivas epistemológicas sobre el conocimiento que es capaz de poner en acción en el contexto de la enseñanza. Es por ello, que el PCK se ha vuelto un tema tan potente para tratar de entender la manera cómo enseñan los contenidos de un tema en particular que, para muchos estudiantes puede resultar fácil o difícil comprender (Ortega, 2019)

Durante los últimos años los estudios sobre la caracterización del PCK en profesores han tomado fuerza y han permitido comprender mejor la naturaleza epistemológica del conocimiento profesional del profesor y descubrir necesidades, posibilidades y oportunidades para mejorar la práctica docente dirigida a la generación de nuevas formas de enseñanza y mejores oportunidades de aprendizaje (Ortega, 2019; Correa, 2017; Soine & Lumpe, 2014).

Sin embargo, se ha reportado que profesores en ejercicio muestran poca motivación en los procesos de enseñanza (Chapoo & colaboradores, 2012) y son atribuidas a varios factores tales como su formación inicial, ausencia de formación permanente, de espacios para la reflexión, de políticas educativas, entre otros (Ortega, 2019). Este tipo de situaciones son las que hacen que la línea de investigación sobre el PCK tenga un gran potencial desde la heurística, ya que promueve estudios de exploración y reconocimiento para mejorar los procesos formativos de profesores en formación inicial y continua (Parga & Mora, 2014)

Por otro lado, a pesar del aumento de las publicaciones sobre el PCK, en donde se reseñan diversas interpretaciones y controversias sobre su conceptualización, construcción, evaluación, desarrollo y la aplicación, se advierte poco interés por trabajar en el ámbito de la educación inclusiva.

Una educación inclusiva, está relacionada con el conocimiento pedagógico que deben tener los profesores que imparten la enseñanza en un aula con diversidad de capacidades y en donde el profesor debe responder a las necesidades individuales. Por su parte el PCK, da cuenta sobre las razones en que el profesor enseña y refleja el conocimiento del contenido en la enseñanza, utiliza las estrategias y reflexiona a cerca del conocimiento que tiene sobre sus estudiantes y sobre el plan de estudios (Shulman, 1986).

En ese orden de ideas, el profesor debe tener un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que le permita relacionar el lenguaje científico con la realidad. Es decir, que el profesor en contextos inclusivos debe hacer adaptaciones al plan de estudios de acuerdo con las necesidades de cada uno de los estudiantes, debe tener una eficiente comunicación en el aula, debe brindar oportunidades equitativas para todos, de tal manera que contribuya positivamente a la educación de sus alumnos (Jarvis & Iantaffi, 2006).

Desde este punto de vista, es de gran importancia conocer la naturaleza del PCK de una profesora que enseña ciencias naturales a estudiantes sordos, ya que aportaría a los estudios del PCK y sobre todo, en lo que implica para la educación inclusiva en esta área.

1.3.Objetivos

Los objetivos que se plantearon en esta investigación se describen a continuación:

1.3.1. Objetivo general

Potenciar la conceptualización actual del PCK desde una perspectiva de la enseñanza de las ciencias naturales para estudiantes sordos.

3.1.1. Objetivos específicos

Los siguientes objetivos específicos, están relacionados con las preguntas subsidiarias que se indicaron en el planteamiento del problema.

Identificar el componente del modelo del PCK que se activa con mayor fuerza para caracterizar el conocimiento de una profesora en el área de las Ciencias Naturales, en tanto responde a necesidades de los estudiantes sordos.

Interpretar la interacción de los componentes del PCK que dirigen su práctica docente, a partir del mapeo de las relaciones entre éstos.

Contribuir a las nuevas conceptualizaciones del PCK mediante los hallazgos obtenidos en esta investigación



Ilustración realizada por: Ana María Lotero Vásquez

CAPÍTULO II

En este capítulo se presenta el marco conceptual referente a la conceptualización sobre el PCK y las interacciones entre sus componentes. También se brinda una revisión de literatura sobre la relación del PCK del profesor con el aprendizaje de los estudiantes, la influencia del PCK en la formación del profesor, el PCK en el ámbito de la inclusión, educación inclusiva, mapeo del PCK y el Modelo Consensuado Refinado-MCR del PCK.

2. Marco conceptual

Esta investigación considera la conceptualización del PCK y su evolución como modelo explicativo (Shulman, 1986; Park & Oliver, 2008b; Gess-Newsome, 2015; Carlson y *et al.*, 2019). Además, se basa en las características de los componentes del PCK y las interacciones que existen entre ellos (Park & Oliver, 2008); la influencia del PCK sobre el aprendizaje de los estudiantes y sobre la formación del profesor; el mapeo de la interacción de los componentes del PCK como la mejor manera de visibilizar dichas interrelaciones (Park & Chen, 2012); las relaciones del PCK en el ámbito de la inclusión y el Modelo Consensuado Refinado-MCR del PCK que podría conversar con los resultados sobre el desarrollo del PCK de la profesora en un contexto con estudiantes sordos.

2.1. Conceptualización del PCK

El concepto de PCK fue introducido por Shulman en 1986, quien argumentó que, si se quiere mejorar la enseñanza, se deben determinar los elementos del PCK o la relación de los mismos, que hacen que un profesor logre mejores resultados que otros y así utilizarlos en la formación de profesores.

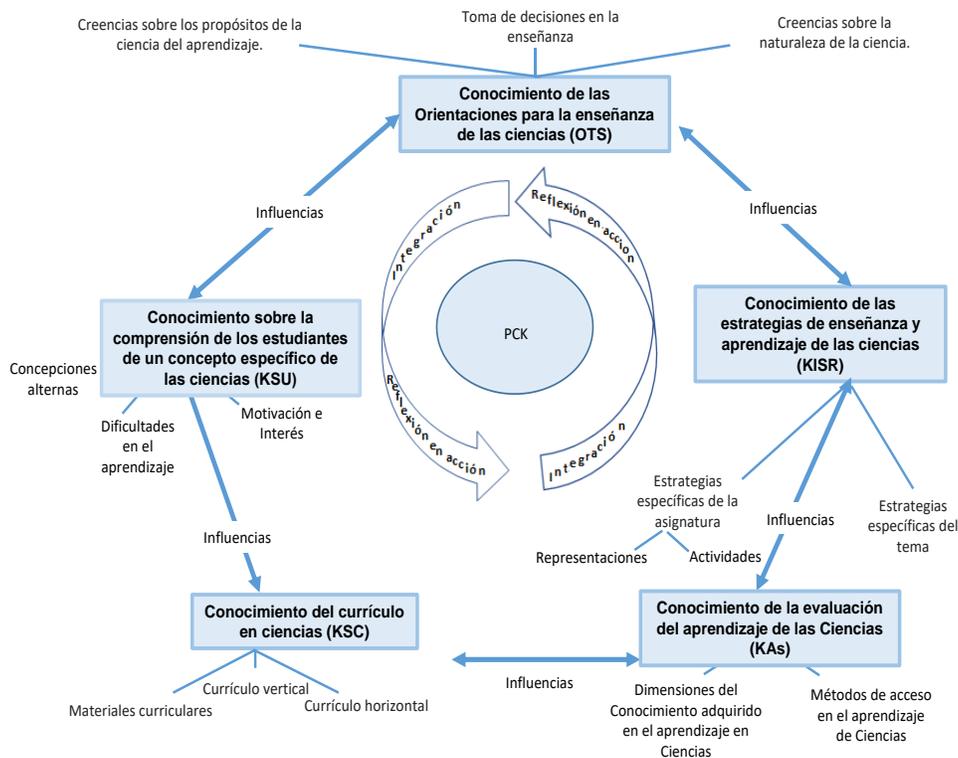
A partir del concepto de Shulman (1986), el PCK ha tratado de ser definido con una incidencia especial en el concepto de transformación (De Berg & Greive, 1999; Magnusson, Krajcik & Borko, 1999) y con características idiosincráticas (Loughran *et al.*, 2001; Hashweh, 2005). La definición más clara para este concepto fue planteada por Park y Oliver (2008b), mediante el modelo pentagonal del PCK, el cual contiene cinco componentes relacionados con el área de las ciencias a saber, *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS*; *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*; *Conocimiento sobre la comprensión de los*

estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU; Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS y Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR. A pesar de que las diferentes investigaciones amplían o modifican estos componentes (Kind, 2009), solo fue hasta 2019 que se alcanzó un consenso más completo sobre su definición porque su interpretación se ha realizado de múltiples maneras dependiendo del estudio y de los temas de investigación (Park & Oliver, 2008a).

Park y Oliver (2008b), propusieron un modelo pentagonal, en el que se establece la naturaleza coherente de los componentes del PCK como se observa en la figura 1

Figura 1

Modelo del Pentágono de Park y Oliver



(Park & Oliver, 2008b; Park & Chen, 2012). [Traducción propia]

Se han realizado muchos esfuerzos para modelizar el conocimiento del profesor en términos de la pedagogía y la didáctica en las que basa su actuación y en todos los casos se propone una serie de componentes. Sin embargo, fue hasta hace unos quince años que se observó que en ninguno de los modelos propuestos se habían dejado claras las posibles interrelaciones entre ellos (Park & Chen, 2012), es decir, la mayoría de autores se dedicaron a investigar los componentes de manera aislada, sin tener en cuenta los vínculos que se pueden llegar a establecer (Friedrichsen, van Driel & Abell, 2011). Cuando se intenta documentar el PCK y plantear distintas relaciones entre los componentes o visibilizarlas mediante los mapas se generan ciertas restricciones propias de cada investigación.

Con respecto a los instrumentos empleados para documentar el PCK de profesores de ciencias, Parra (2019) resumió algunas investigaciones que reportan cuestionarios (Parga y Moreno-Torres, 2017); entrevistas y/o filmación de clases (Hanuscin, 2013) o una sinergia entre las dos (Morrison & Luttenegger, 2015). Asimismo, Parra (2019) mostró los tópicos de interés en este campo de investigación como la Física (Melo, Cañada & Mellado, 2016); la Química (Parga & Moreno-Torres, 2017) y la Biología (Ravanal & López-Cortes, 2016).

También reportó estudios sobre la comprensión de los estudiantes en las ciencias (Olfos, Goldrine & Estrella, 2014; Kunter *et al.*, 2013) y mostró los estudios en donde se devela que los profesores desconocen las ideas previas de sus estudiantes (Caillods, Gottelmann-Duret & Lewin, 1997) y que el desarrollo profesional del profesor puede ayudar a mejorar el rendimiento estudiantil en tanto la realidad y el tiempo vivido en las aulas tienen influencia significativa sobre el conocimiento y la habilidad del profesor (Gess-Newsome, Carlson, Gardner & Taylor, 2010).

2.2. Relaciones entre los componentes del PCK

Como se mencionó anteriormente, en ninguno de los modelos propuestos se han dejado claras las posibles interacciones entre los componentes del PCK. Por ello, algunos investigadores se han interesado en realizar estudios que puedan demostrar relaciones tales como las del *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* con el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* (Padilla, 2011); *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS* con el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* y ésta última con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*, particularmente sus dificultades o también con el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* (Padilla & Van Driel, 2011). Los hallazgos de Park y Chen (2012) indican que las orientaciones hacia la enseñanza están fuertemente ligadas con tres de los componentes a saber, conocimiento de estrategias de enseñanza, conocimiento de los estudiantes y conocimiento del currículum. Además, encontraron que el conocimiento sobre evaluación está asociado débilmente con el resto de componentes.

Por otro lado, Aydin y colaboradores (2014) revelaron que el desarrollo de las integraciones era idiosincrásico para docentes en ejercicio y en otro estudio se propuso que las conexiones entre los componentes, debían de tener una direccionalidad para poder analizar los propósitos de cada una de ellas y relacionaron el mapa del PCK con el modelo didáctico de los profesores, lo cual ha permitido planear acciones concretas dentro de los programas de desarrollo profesional docente (Ravanal & López, 2016).

En todos los casos, concluyen que entre mayor sea el Conocimiento de los Contenidos (CC), mucho mejor y mucho más integrado será el PCK en los profesores. Por ejemplo, el profesor con un CC mejor, puede ser capaz de relacionar más los conceptos de distintos temas y puede tener un repertorio más amplio de recursos para la enseñanza. Por el contrario, el uso de una determinada

metodología de enseñanza no está condicionada por el CC del profesor (Rozenszajn & Yarden, 2014).

2.2.1. Relación del PCK del profesor con el aprendizaje de los estudiantes

Además de las interacciones entre los componentes del PCK, se ha demostrado que el PCK del profesor está relacionado con la comprensión de los estudiantes sobre la enseñanza de las ciencias (Güven, Gürefe & Arıkan, 2022; Tufail, 2021; Melo & Cañada, 2020). En otras áreas de las ciencias los hallazgos señalan que algunos profesores ofrecían explicaciones, ejemplos y analogías dentro de su conjunto de estrategias de enseñanza, las cuales fortalecían las concepciones alternas de los estudiantes (Halim & Meerah, 2002) y que el conocimiento disciplinar de los profesores explicaba significativamente el logro de los estudiantes (Lange, Kleickmann & Möller, 2012). También encontraron que el conocimiento de estrategias de enseñanza de las ciencias con una orientación constructivista y la experiencia profesional estaban vinculadas a la mejora de los resultados académicos (Raven, 2016) y que el PCK de un grupo de profesores en primaria, estaba fuertemente relacionado con el desempeño que los estudiantes alcanzaban en ciencias (Cross & Lepareur, 2015). Teniendo en cuenta estudios que relacionan el PCK con el aprendizaje del estudiante, se ha podido concluir que este conocimiento de los profesores, está significativamente relacionado con el rendimiento que los estudiantes alcanzan en la asignatura de ciencias (Cross & Lepareur, 2015; Olfos & Rodríguez, 2019).

2.2.2. Influencia del PCK en la formación del profesor

Las evidencias indican que todas las investigaciones que han analizado los efectos del PCK sobre los resultados académicos de los estudiantes inciden en que existe una asociación significativa entre ambas variables. Los profesores con un PCK con más interacciones entre sus componentes conducen a sus estudiantes hacia mejores calificaciones (Raven, 2016; Lange, Kleickmann & Möller, 2012; Halim & Meerah, 2002; Magnusson, 1999).

En esta misma línea de exploración, también se ha encontrado que el PCK influye significativamente en la formación del profesor y la mayoría de las investigaciones se encuentran focalizadas mucho más en secundaria, que en primaria o educación superior (Parra, 2019). En una de ellas, se reconocieron las dificultades con las que se encontraban los estudiantes para interpretar la información química contenida en la tabla periódica, mediante el estudio del PCK de profesores en formación (Talanquer, 2005).

Abd-El-Khalick (2006), realizó un análisis de las diferencias entre profesores de biología en ejercicio y en formación en un aspecto concreto del PCK, sobre la manera como abordaban y estructuraban los contenidos conceptuales en el tema de la fotosíntesis. Concluyó que los profesores con más experiencia, enfatizan más en la fotosíntesis como una parte de procesos biológicos, que en los detalles más concretos.

Appleton (2008) encontró que el PCK de dos profesores de educación básica, asesorados por un profesor universitario, se va construyendo en las interacciones de los tres profesores. Incluso, se ha comprobado la integración de los cinco componentes del PCK del modelo de Magnusson, al encontrar diferencias entre los profesores en formación con y sin experiencia (Friedrichsen, *et al.*, 2009). También se propuso el PCK, como una herramienta fundamental para el desarrollo de contenidos en la formación de profesores en ciencias (Abell, *et al.*, 2010) y se destaca su importancia para mejorar, tanto las concepciones alternativas que los estudiantes sostienen en muchos temas de ciencias, como el PCK del profesorado (Mdachi, 2012). En este

mismo orden de ideas, Barnett y Friedrichsen (2015), describieron cómo los asesores influyen de manera significativa en desarrollo del PCK.

2.2.3. Mapeo de la interacción de los componentes del PCK

Desde el punto de vista metodológico para esta investigación, es muy importante hacer visible y accesible el análisis sobre el PCK y las interacciones entre los cinco componentes en una profesora de Ciencias Naturales quien ha tenido que realizar adaptaciones de estrategias de enseñanza para estudiantes con discapacidad auditiva. Para ello, Park y Chen (2012) plantearon una técnica de mapeo que permite la identificación, visibilización y medición de dichas interrelaciones. Los autores realizaron este estudio a partir de clases sobre herencia y fotosíntesis en secundaria, mediante la metodología cualitativa con un análisis en profundidad, un método comparativo constante y un enfoque enumerativo, con el cual se pudieron establecer las frecuencias con las que ocurrieron dichas interacciones, pero las conexiones que se establecieron tuvieron el mismo valor, pese a que los investigadores manifestaron que pudieron haber sido diferentes. Además, no se evidenció direccionalidad entre ellas, lo que conllevó a que no se pudiera establecer cuál de los componentes influyó sobre otro.

A pesar de lo anterior, se concluyó que con el mapeo se pueden identificar los componentes que pueden manifestarse o no en los profesores y así, comprender cómo es la estructura del PCK, dado que estas integraciones son idiosincráticas y específicas de un tema, es decir, que se pueden identificar cuáles componentes y conexiones se necesitan mejorar en la enseñanza de un tema particular para que sea mucho más efectiva.

A partir de este estudio y en consideración a que en investigaciones anteriores no tuvieron en cuenta dichas integraciones (Friedrichsen *et al.*, 2011), varios autores han reportado algunos resultados importantes al respecto. Para ejemplificar lo expresado, Aydin y Yezdan (2013) también realizaron un estudio similar de mapeo, pero en esta ocasión con un estudio de caso de dos profesores experimentados en el tema de reacciones Redox y celdas electroquímicas. El enfoque

enumerativo, con valores de 1 a 3, determinó la calidad de las integraciones entre los componentes del PCK, pero el puntaje total de las conexiones no muestra una correspondencia con los valores establecidos y por ello, las líneas de conexión pueden corresponder a las frecuencias de las conexiones y no a su calidad (Parra, 2018).

En otros estudios se muestra el interés por el aporte a la integración entre los componentes del PCK, mediante el diseño de premapas y posmapas del PCK en un contexto de la práctica, en el cual se propone fragmentar las conexiones hasta su integración final, para saber cómo se influyen y se informan entre sí, pero se concluyó que no es posible estimular la interacción entre el conocimiento de la evaluación y la estrategia de instrucción en este ámbito (Aydin, *et al.*, 2014). En la misma línea del mapeo del PCK, se encuentran los resultados del trabajo de Demirdöğen (2016) quien, basado en el trabajo de Friedrichsen *et al.*, (2011), explicó la relación entre la orientación de la enseñanza de las ciencias y los demás componentes del PCK y reveló, entre otras cosas, que las creencias de un profesor sobre la naturaleza de la ciencia no interactúan directamente con su PCK, a menos que esas creencias se relacionen directamente con los propósitos de la enseñanza de la ciencia.

Otro estudio propone que la conexiones entre los componentes sean direccionadas, con el fin de analizar los propósitos de cada una de ellas y sugieren relacionar el mapeo del PCK con el enfoque didáctico de los profesores, lo que ayudaría a planear acciones puntuales dentro de los programas de desarrollo profesional docente (Ravanel & López, 2016). Finalmente, el trabajo de Parra y colaboradores (2018) concluye que las relaciones entre los componentes del PCK son principalmente de orden disciplinar y que la relación que más promueve la profesora de su caso, está entre los componentes de la comprensión de los estudiantes y las estrategias de enseñanza.

A efectos de esta tesis doctoral, la revisión de literatura sobre el mapeo del PCK indicó la necesidad de construir un protocolo más específico para visibilizar la integración entre los componentes en cuanto a su frecuencia, calidad y dirección de cada relación. Como se observará en la metodología, buena parte del proceso investigativo que nos ocupa, se dedicó a refinar el mapeo del PCK como herramienta de análisis (ver anexo 9)

2.3. El PCK en el ámbito de la inclusión

Como se mencionó antes, las prácticas de enseñanza están asociadas a profesores con conocimiento de la disciplina que enseñan y a la manera cómo se enseña (Wilson, Shulman & Richert, 1987). En este sentido, la competencia profesional de los profesores en formación, es un factor clave en el éxito de la educación inclusiva (Movkebaieva, *et al.*, 2013). En otras palabras, se requieren profesores con habilidades para el uso de metodologías de enseñanza que estén apoyadas en herramientas adecuadas (Smith & Tyler, 2011), las cuales implican modificaciones y ajustes que tengan en cuenta las necesidades individuales, es decir, que se flexibilice la información de tal manera que sea accesible a personas con discapacidad (Pujolàs *et al.*, 2013).

Una revisión de la literatura evidencia que son pocos los estudios que relacionan la influencia del PCK con un enfoque de atención a la diversidad, incluyendo en este caso, a las personas con discapacidad auditiva en el área de las ciencias experimentales. Las escasas investigaciones relacionadas con la comprensión de los propósitos fundamentales de la educación científica, el currículo y el contenido de la materia, señalan la importancia de mejorar los métodos de enseñanza, ya que evidencian que los profesores, en general, son incapaces de diseñar actividades de enseñanza y de evaluación adecuadas en el área de la biología (Chapoo, *et al.*, 2012) y además son pocas las investigaciones que relacionan los componentes del PCK, con prácticas inclusivas (Cufa, 2017; Murayama, 2016).

Por su parte, Perry (2013) publicó aspectos importantes sobre un PCK sostenible en donde enfatiza la importancia de preparar profesores para una enseñanza culturalmente receptiva. Para ello, se debe incluir el desarrollo de conocimientos y habilidades pedagógicas, la capacidad de implementar y diseñar currículos culturalmente relevantes y el uso de estrategias de enseñanza apropiadas. Además, especifica que los aspectos que se deben tener en cuenta para una educación sostenible son el desarrollo de una conciencia sociocultural, la comprensión de los diversos orígenes de los estudiantes y la visión de sí mismos como defensores del cambio.

Hasta el momento, este marco conceptual evidencia la importancia del PCK y de sus componentes ya que puede contribuir a que los profesores puedan guiar su práctica docente a la comprensión de las complejidades morales y éticas en su rol, para poder tomar decisiones en la manera de enseñar en todos los ámbitos educativos.

2.4. Educación Inclusiva

En la misma línea de preparación de profesores para una enseñanza culturalmente receptiva, se ha indicado que la competencia profesional de quienes están en formación, es un factor clave en el éxito de la educación inclusiva (Movkebaieva, *et al.*, 2013). En otras palabras, se requieren profesores con habilidades para el uso de metodologías de enseñanza que estén apoyadas en herramientas adecuadas (Smith & Tyler, 2011), las cuales implican modificaciones y ajustes que tengan en cuenta las necesidades individuales, es decir, que se flexibilice la información de tal manera que sea accesible a personas con discapacidad (Pujolàs *et al.*, 2013).

Los argumentos anteriores, están basados en lineamientos nacionales e internacionales en donde se establecen normativas que garantizan herramientas para atender a las personas en riesgo de exclusión. Por ejemplo, en Colombia el Decreto 1421 del 29 de agosto de 2017 establece que la educación inclusiva es un permanente proceso que responde a la diversidad de intereses, características, expectativas y posibilidades de las personas, en donde se promueve el aprendizaje, participación y desarrollo, sin ningún tipo de exclusión. De esta manera, y en consideración a los derechos humanos, se garantizan todos los apoyos y los ajustes razonables que se requieran en el proceso de educación en el marco de prácticas, culturas y políticas que eliminen barreras en el entorno de la educación.

Por otro lado, este mismo decreto define a los ajustes razonables como:

Las acciones, adaptaciones, estrategias, apoyos, recursos o modificaciones necesarias y adecuadas del sistema educativo y la gestión escolar, basadas en necesidades específicas de

cada estudiante, que persisten a pesar de que se incorpore el Diseño Universal de los Aprendizajes, y que se ponen en marcha tras una rigurosa evaluación de las características del estudiante con discapacidad. A través de estas se garantiza que estos estudiantes puedan desenvolverse con la máxima autonomía en los entornos en los que se encuentran, y así poder garantizar su desarrollo, aprendizaje y participación, para la equiparación de oportunidades y la garantía efectiva de los derechos. Los ajustes razonables pueden ser materiales e inmateriales y su realización no depende de un diagnóstico médico de deficiencia, sino de las barreras visibles e invisibles que se puedan presentar e impedir un pleno goce del derecho a la educación. Son razonables cuando resultan pertinentes, eficaces, facilitan la participación, generan satisfacción y eliminan la exclusión⁶

La educación inclusiva pretende, entonces, eliminar la exclusión y ser un modelo en el cual se promueva la equidad sin importar las características de los estudiantes. Además, implica las modificaciones necesarias y sin barreras tal como lo plantean Ainscow, Booth y Dyson (2006) quienes argumentan que estas barreras limitan la participación y el aprendizaje de los estudiantes y en especial a los más vulnerables.

Estas barreras son definidas en el mismo decreto 1421 del 29 de agosto de 2017 como obstáculos actitudinales, derivados de falsas creencias, por desconocimiento, institucionales, de infraestructura, entre otras, que pueden impedir el aprendizaje y la participación plena y efectiva en la sociedad, atendiendo a los principios de equidad de oportunidades e igualdad de condiciones.

Dada la importancia del PCK y en especial, en el ámbito de la inclusión, se han propuesto modelos para tratar de entender este concepto (Shulman, 1986; Park & Oliver, 2008b; Gess-Newsome, 2015; Carlson *et al.*, 2019). Actualmente, el Modelo Consensuado Refinado-MCR es el que ha logrado un mayor nivel de acuerdo entre los estudiosos del tema y podría explicar lo que puede estar ocurriendo en un contexto muy especial que es el de la profesora que enseña a estudiantes sordos.

⁶ Ver artículo 2.3.3.5.2.1.3 del Decreto 1421 de 2017.

En este caso, con estos estudiantes en particular, participan varias personas quienes juegan un papel muy importante en el desarrollo del PCK del profesor para la enseñanza de la ciencia a nivel individual. En otras palabras, este modelo puede ofrecer una cómo estas personas apoyan al desarrollo del PCK del profesor en su trayectoria profesional desde el pre-servicio hasta su experticia (Carlson *et al.*, 2019) por lo cual es de gran importancia considerarlo como referente conceptual en esta investigación.

2.5. Modelo Consensuado Refinado-MCR del PCK

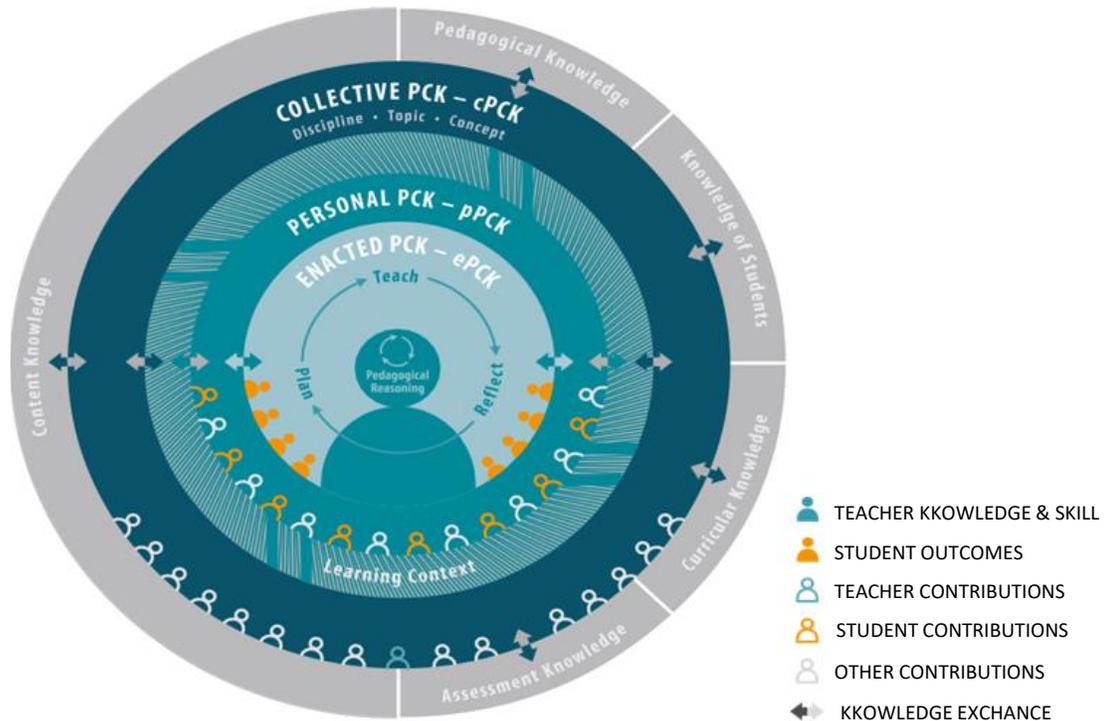
Este modelo fue el resultado de una serie de reflexiones y diálogos de varios investigadores internacionales sobre la formación docente de ciencias. Describe los complejos legados de conocimientos y experiencias que dan forma e informan la práctica científica de los profesores a lo largo de su vida profesional que, a su vez, median los resultados de los estudiantes (Carlson & Daehler, 2019)

Su representación visual es por medio de círculos concéntricos que van desde el conocimiento más estático (periferia) hasta el conocimiento promulgado más dinámico del PCK (centro) y que se diferencia en tres componentes principales como se observa en la Figura 2.

Estos componentes muestran su relación con el PCK en tres ámbitos importantes distribuidos de la siguiente manera: cPCK colectivo, que se refiere al conocimiento profesional especializado que tienen muchos profesores en un determinado campo, es decir, un PCK canónico de una comunidad de profesores; el pPCK personal, el cual se describe como el conocimiento profesional personalizado o individual que posee un profesor en ciencias, denominado también el acumulado y, finalmente, ePCK promulgado, que es el subconjunto único de conocimiento en el que se basa un profesor para participar en el razonamiento pedagógico durante la planificación, la enseñanza y la reflexión sobre un tema específico (Carlson *et al.*, 2019).

Figura 2-

Representación del Modelo Consensuado Refinado-MCR del PCK como resultado de diálogo y reflexiones de expertos internacionales sobre la formación docente en ciencias



(Carlson & Daehler, 2019, pág 98).

En la figura 2 se observa cómo el ePCK se anida dentro del pPCK y, a su vez, este último se encuentra dentro del cPCK, lo que significa que a medida que el profesor va desarrollando su trayectoria profesional en ciencias, se produce un intercambio de conocimientos de manera bidireccional. Es decir, que el conocimiento y las habilidades de un profesor tales como actitudes y creencias en la enseñanza de las ciencias, se filtran y se amplifican en cada espacio lo largo del tiempo dando lugar al pPCK personal.

Con relación a esta naturaleza anidada Mora y Lozano (2021), explican que el énfasis del MCR está dirigido a cuatro aspectos importantes: un contexto de aprendizaje, la distinción entre el

cPCK y el pPCK, la relación explícita visual entre el cPCK y el pPCK con respecto al ePCK y el cambio de enfoque hacia el desarrollo del ePCK en la acción.

En otras palabras, cuando un profesor toma decisiones sobre cómo enseñar ciertos contenidos a estudiantes y contextos en particular, se pueden observar intercambios de conocimientos que son moderados por amplificadores y filtros del profesor que dan cuenta del conocimiento profesional individual que es utilizado en la práctica de la enseñanza, el cual es denominado PCK promulgado-ePCK. Asimismo, las experiencias durante esta práctica aportan al desarrollo de este componente ePCK.

Finalmente, un profesor puede contribuir al cPCK colectivo a través de conversaciones e intercambios con un grupo de profesores o con el conocimiento profesional en un sentido más amplio, por ejemplo, el conocimiento de estudiantes o el conocimiento curricular (Carlson & Daehler., 2019).

A continuación, se brinda una breve descripción de cada de estos ámbitos del Modelo Consensuado Refinado del PCK-MCR, de acuerdo con Carlson y Daehler (2019).

2.5.1. PCK promulgado (ePCK)

El e-PCK (enacted-PCK por su sigla inglesa), se refiere al conocimiento específico y a las habilidades que utiliza un profesor individual en un entorno particular, con un estudiante en particular. También puede referirse a un grupo de estudiantes con el objetivo de que aprendan un concepto particular, o un conjunto de conceptos, o un aspecto particular de una disciplina en especial.

Esta promulgación del conocimiento y del razonamiento se observa cuando aparece la reflexión en acción, es decir cuando el profesor interactúa con los estudiantes directamente y en la reflexión sobre la acción, es decir, cuando el educador planifica y reflexiona sobre la enseñanza y sobre los resultados de los estudiantes.

El ePCK está representado en el círculo del centro del modelo (Figura 2) e indica que el ciclo pedagógico de la enseñanza es dinámico y que el razonamiento pedagógico es único para cada profesor y para cada momento de enseñanza. Es decir, depende del contexto de la institución educativa, del aula, de cada estudiante, de la comprensión particular que tiene el profesor sobre la ciencia, de sus conocimientos y de sus habilidades pedagógicas.

Los resultados de aprendizaje por parte de los estudiantes pueden ser un buen indicador de la efectividad de la didáctica de un profesor. Por lo tanto, los iconos del círculo central que se muestran en el modelo representan a los estudiantes que interactúan con el profesor. Por ello, la clave de este ePCK radica en que el profesor basa su conocimiento para satisfacer las necesidades particulares de los estudiantes cuando se está dando la enseñanza.

2.5.2. PCK personal (pPCK)

En este caso el pPCK se basa en el conocimiento y en las habilidades de contenido pedagógico acumulado y dinámico que refleja las propias experiencias de enseñanza y aprendizaje del profesor, pero esta vez contribuyen otras personas: colegas docentes, investigadores educativos, científicos, estudiantes y otros especialistas en contenido de tal manera que intercambian conocimiento profesional a través de artículos de revistas, redes sociales, cursos y experiencias de aprendizaje profesional.

Es importante resaltar que estos intercambios de conocimiento entre el ePCK y el pPCK se pueden presentar en ambas direcciones. Es decir, desde la percepción que un profesor tiene cuando interactúa con los estudiantes hasta el conocimiento y la habilidad específicos del profesor, que se amplifican y se filtran a través del razonamiento pedagógico y viceversa.

Un amplificador y un filtro de este razonamiento pedagógico puede ser el contexto de aprendizaje, ya que los atributos que tengan los estudiantes pueden contribuir en la toma de

decisiones frente a la enseñanza en particular. Es decir, si el profesor tiene en cuenta la edad de los estudiantes, el grado escolar, las experiencias previas, las disposiciones, la preparación para el desarrollo, el dominio del idioma y las creencias culturales, puede tomar decisiones relacionadas con el plan que debe de llevar a cabo para un proceso de enseñanza. La característica anterior es la que separa el ePCK de uno cPCK colectivo

2.5.3. PCK colectivo (cPCK)

Este cPCK se refiere a una mezcla de contribuciones múltiples de educadores en ciencias. Es decir, son combinaciones de bases de conocimientos y diferentes experiencias de enseñanza dentro de un tema determinado, tal como lo entienden y los documentan muchas personas.

Como resultado, se observa un conocimiento especializado de muchos profesionales para enseñar ciencias a estudiantes particulares en un contexto de aprendizaje particular. Este conocimiento se comparte y se articula mediante conversaciones entre profesores, investigadores y otros profesionales de la educación.

Un ejemplo de este cPCK es cuando un equipo de profesores desarrolla una secuencia de enseñanza compartida, lo cual puede ser considerado uno de los principales impulsores del aprendizaje profesional en ese entorno escolar.

Otros ejemplos que muestran las características de este cPCK pueden ser: el conocimiento de formas efectivas de introducir a los niños pequeños a la argumentación científica (PCK específico de una disciplina); el conocimiento de las concepciones previas típicas que tienen los estudiantes de secundaria sobre la fotosíntesis (PCK de un tema específico) o el conocimiento de estrategias para ayudar a los estudiantes de grado medio a comprender el concepto de que la materia ni se crea ni se destruye (PCK de un concepto específico).

Carlson y Daehler (2019) indicaron que este modelo brinda oportunidades para ubicar la investigación en diferentes ámbitos del modelo, ya que puede conectar de manera visual un conocimiento más estático con la promulgación dinámica de PCK. Sin embargo, no especifica los mecanismos y vías por los cuales los profesores fortalecen su PCK para enseñar ciencias, cambian su enseñanza o conectan varias bases de conocimiento.

Tampoco muestra una relación específica entre las acciones de los docentes y el aprendizaje de los estudiantes. Un estudio que identifique cada uno de los dominios de PCK y la relación con otras bases de conocimiento, se podría ubicar en el dominio más apropiado y comenzar a definir mecanismos y vías que podrían informar sobre programas de formación docente y aprendizaje profesional tanto en ciencias como en otros dominios.



Ilustración realizada por: Ana María Lotero Vásquez.

CAPITULO III

En este capítulo se presenta el estudio empírico que se realizó en esta investigación. Aquí se define el paradigma, el enfoque, la metodología empleada. Asimismo, se describe la construcción del caso, los participantes y su respectiva contextualización. Se brinda información detallada de cómo se realizó la sistematización para la construcción del mapa del PCK a partir de la entrevista ReCo y de los episodios de cada una de las clases. Finalmente, se resumen las fases de la investigación y se relacionan con los objetivos y las preguntas orientadoras de esta investigación.

3. Metodología

En este apartado se presentan aspectos relacionados con la forma como se desarrolló el proceso de investigación, en el cual se define el paradigma, el enfoque, la construcción del caso, la manera en que se recogieron los datos y las técnicas utilizadas y finalmente, el tratamiento de la información.

3.1. Paradigma y enfoque de investigación

Este estudio se encuentra inscrito dentro del paradigma cualitativo, el cual consiste en leer realidades, más que obtener datos estadísticos (Salgado, 2007; Martínez, 1998; Vasco, 1990). Con esta investigación se busca una comprensión e interpretación de un individuo, sistema o grupo social que tiene una sola manera de ver el mundo y de entender eventos y situaciones, la cual se construye por lo que transmiten otros, por la experiencia y por el inconsciente (Hernández, *et al.*, 2014).

La indagación en este tipo de estudio es dinámica, haciendo que sea un proceso “circular” en donde la secuencia que hay entre los hechos y su interpretación no siempre es la misma, es decir, a medida que transcurre el estudio las realidades cambian. Además, tiene la característica de basarse en la exploración, en la descripción para luego obtener perspectivas teóricas (Hernández, *et al.*, 2014).

En este caso, por ejemplo, se investigó a una persona en particular, a quien se le realizaron entrevistas, se analizaron los datos y se sacaron conclusiones. Luego, se entrevistaron a otras personas y se obtuvo nueva información que fue analizada, para luego revisar los resultados y conclusiones. De esta manera, se trató de comprender el contexto hasta llegar a una perspectiva más general.

En esta misma línea, se optó por el estudio de caso ya que este enfoque de investigación, particulariza o describe de manera completa el objeto de estudio y no el mundo en su totalidad (Stake, 1995). Se centra en una situación; describe de manera completa el objeto de estudio; ilumina la comprensión del lector respecto al objeto de estudio, es decir es heurística y se basa en el razonamiento inductivo, en donde las teorías, los conceptos o las hipótesis surgen de un examen de los datos fundados en el contexto mismo (Pérez, 1998).

3.2. Construcción del caso: Dispositivo docente profesora, modelo lingüístico e intérprete

Para lograr estos objetivos y como se explicó anteriormente, se hace necesario tener el vocabulario específico de la ciencia que realizar adaptaciones de las estrategias de enseñanza para estudiantes sordos.

Ella es Bióloga, con Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, quien por su trabajo *La ciencia en-seña*, orientado a fortalecer las capacidades de aprendizaje de los estudiantes con discapacidad auditiva, recibió en el año 2015, el premio en segundo lugar en la categoría Buenas Prácticas Docentes (Ciencias Naturales), otorgado por el Ministerio de Educación Nacional-MEN.

Ella, con el apoyo del modelo lingüístico y la intérprete, busca que los estudiantes sordos puedan tener material de apoyo, incluyendo las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para trabajar en otros espacios por fuera del aula de clase, de tal manera que logren desarrollar competencias en Ciencias Naturales de acuerdo con sus necesidades y que, a la vez, se sientan atraídos por esta área del conocimiento.

Todas las características anteriores, identifican este dispositivo docente como un caso relevante para describir, analizar y comprender su práctica pedagógica en el aula y esclarecer cuál es la naturaleza de la integración de los cinco componentes de sus PCK.

3.3. Contextualización

La investigación se realizó en la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur del Municipio de Medellín ubicada en la zona nororiental, en la comuna 4, barrio Aranjuez, que ha brindado formación a personas en situación de discapacidad sensorial (con algún nivel de discapacidad visual o auditiva) y/o cognitiva.

Anteriormente, la Institución sólo brindaba apoyo a este tipo de personas mediante actividades artísticas tales como música o técnicas como encuadernación, y mecanografía. Con la interacción de profesionales de las diferentes disciplinas, se ha marcado la pauta para evolucionar hacia apoyos pedagógicos interdisciplinarios, económicos, físicos y políticos.

Por otro lado, esta Institución Educativa responde a los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional con la Ley General de Educación, (Ley 115 1994) y el Decreto 2082 de 1996, en donde se establecen los parámetros y criterios para la prestación del servicio educativo desde la integración social y académica a las personas con limitación física, sensorial, psíquica o mental, proponiendo abrir nuevos espacios académicos y culturales desde la Educación Formal, no sólo para las personas en situación de discapacidad, sino para todo aquel que deseara ingresar a ella (Proyecto de Educación Institucional-PEI, 2004).

Actualmente, la Institución Educativa cuenta con varios estudiantes con discapacidad auditiva. Para este caso, el grupo con el cual estaba trabajando la profesora era de noveno grado, con estudiantes entre los 14 y los 21 años de edad, de los cuales 11 eran sordos y dos oyentes; 8 hombres, de los cuales uno de ellos presenta autismo y 5 mujeres. Los contenidos que se desarrollaron fueron los de la unidad didáctica de Genética, en donde se usaron 6 grabaciones sincrónicas que tuvieron una duración promedio de 26 minutos cada una, a las cuales se les identificaron los episodios relevantes para esta investigación (Tabla 3)

La Tabla 3 describe de una manera resumida los aspectos importantes de cada uno de los episodios de la unidad didáctica seleccionada que tuvo lugar entre los meses de abril y mayo de 2020, en época de confinamiento por la pandemia del COVID19. Esta información permitirá relacionar cada uno de los acontecimientos con el nombre asignado y de esta manera brindará una contextualización de cada una de las evidencias encontradas.

Tabla 3

Resumen de los aspectos importantes de cada uno de los episodios de la unidad didáctica de genética.

Título de la Unidad didáctica:		Biología: Genética	
Grado		9A	
Episodios	Duración	Resumen	
1	Genética -ADN	[0:00-0:32]	La profesora tranquiliza a sus estudiantes en esta época de pandemia, les indica que serán tareas y clases cortas y los calma. Explica la estructura del ADN. Pide a los estudiantes hacer una tarea sobre replicación del ADN con el apareamiento de las bases nitrogenadas. Utiliza herramientas para explicar el taller. Pide a los estudiantes estudiar vocabulario aprendido sobre genética. La entrega de las tareas es con una foto. Utiliza WhatsApp para hacer preguntas.
2	ADN y Herencia	[0:00-0:22]	Se muestran dificultades con las herramientas TIC y socializa las respuestas del taller con todos los estudiantes. Los estudiantes preguntan y plantean dudas. La profesora enfatiza sobre el aprendizaje de los conceptos y nuevo vocabulario en lengua de señas para este tema. Vuelve a colocar otra tarea y enviarla. Además, notifica las herramientas virtuales que deben usar para ello. Advierte que es una tarea corta y fácil, y enfatiza que importante su entrega porque suelen no hacerlas por estar en situación de pandemia. Pero brinda tranquilidad e insumos tales como enlaces de internet para estudiar estos conceptos sobre ADN. Comienza a explicar algunos problemas genéticos en las personas a través del genoma humano, es decir, heredabilidad.
3	Diálogo sobre vocabulario genética	[0:00-0:17]	La profesora insiste sobre la tarea que deben enviar y que deben aprender vocabulario en señas porque les harán examen sobre estas señas. Los estudiantes hacen preguntas sobre esas señas y la profesora solicita que por favor utilicen el WhatsApp para enviar las señas correspondientes a estos vocabularios. Dialogan sobre los miedos que tienen y que prefieren perder el año. La profesora les da calma en esta época de pandemia frente al hecho de que por problemas de conectividad no pueden entregar las tareas. La profesora indica que pueden recuperar siempre que sean responsables, que cuando se vuelva al colegio hacen recuperación. La profesora indica que de todas maneras no dejen acumular las actividades. La profesora insiste que son tareas cortas y muy pequeñas.
4	Genética -ADN y vocabulario en señas	[0:00-0:17]	El modelo hace preguntas sobre el video del ADN y les enseñan nuevas palabras del vocabulario de genética. El objetivo es saber si hacen las señas bien. La profesora

			<p>ingresa tarde, pero se disculpa y comienza la clase con los nuevos conceptos. Recuerda sobre la tarea del apareamiento de los nucleótidos y estructura del ADN. Indica que la herramienta virtual que usará es el Classroom. Nuevamente indica la importancia del vocabulario sobre el tema de genética pues comenzarán un tema nuevo que es el de problemas genéticos. También les indica que usará el WhatsApp para complementar el Classroom. Un estudiante dice que hay mucho taller y la profesora explica que es un taller muy fácil. Una estudiante vuelve a preguntar cómo es el desarrollo de la tarea.</p>
5	Herencia -Alteraciones cromosómicas	[0:00-0:23]	<p>La profesora explica la dotación cromosómica humana y el por qué ocurren las alteraciones genéticas. Muestra imágenes en internet sobre algunas de estas alteraciones, incluso trata de explicar algunos temas de sordera que pueden ser heredados. Los estudiantes hacen preguntas sobre este tema, debido a que no todas las condiciones son genéticas, sino que hay varias debidas a condiciones externas. Los estudiantes hacen preguntas sobre su propia condición de sordera.</p>
6	Relación herencia y el ambiente-Generación espontánea	[0:00-0:34]	<p>La profesora explica las diferencias entre las enfermedades debidas a causas externas y a las genéticas. Uno de los intérpretes pregunta que si entienden el tema en la lengua de señas. Los estudiantes responden que con la explicación de la profesora les quedó muy claro sobre las condiciones de enfermedad. El intérprete relaciona estas enfermedades con asuntos externos como el consumo de psicoactivos y alcohol y la manera cómo afectará en la vida de sus descendientes.</p>

3.4. Fuentes, instrumentos y técnicas para la recolección de la información

Para esta investigación se utilizaron las entrevistas como instrumentos para recolectar datos cualitativos, en este caso entrevistas semiestructuradas relacionadas con la biografía de los participantes y entrevistas de la Representación del Contenido ReCo para caracterización de sus PCK. Además, se utilizó la técnica de la videoscopía y la transcripción escrita como herramienta para hacer el análisis de los eventos de enseñanza ocurridos dentro del aula y las interacciones con los estudiantes. La sinopsis de cada una de las clases permitió seleccionar los segmentos relevantes

para la investigación. Todo lo anterior, sirvió como insumo para la construcción del mapa del PCK que permite una mejor visualización las interacciones entre los componentes. A continuación, se describen cada uno de estos instrumentos, herramientas y técnica de recolección utilizados en esta investigación.

3.4.1. Acercamiento con la profesora de Ciencias Naturales, el modelo lingüístico y la intérprete

Para tener el acercamiento con la profesora, el modelo lingüístico y la intérprete, se utilizó la entrevista, la cual permite un intercambio de información entre el entrevistador y el entrevistado o los entrevistados de una manera flexible, íntima y abierta (Savin-Baden & Major, 2013; King & Horrocks, 2010). A través de las preguntas y respuestas que se generan en una entrevista se puede lograr una comunicación y una construcción conjunta de significados con respecto a un tema en particular (Janesick, 1998).

Existen varios tipos de entrevista: las estructuradas, en donde se usa una guía de preguntas específicas y en este caso, el instrumento prescribe qué se preguntará y en qué orden; las no estructuradas o abiertas, que se fundamentan en una guía general de contenido y el entrevistador tiene la flexibilidad de manejarla y las semiestructuradas, en donde se usa una guía de preguntas pero el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas nuevas que le permitirán aclarar o tener más información (Ryen, 2013; Grinnell & Unrau, 2011).

Para esta investigación se utilizaron entrevistas semiestructuradas biográficas y las de Representación de Contenido ReCo que se explican a continuación.

3.4.1.1. Entrevista Biográfica

Con el fin de conocer algunos aspectos relacionados con la experiencia de vida de la profesora, del modelo lingüístico y de la intérprete, frente a la enseñanza de la biología a estudiantes sordos, se realizó una entrevista semiestructurada para tener una comunicación más flexible, abierta y tranquila (Anexos 1, 4 y 6). Allí se tuvo la libertad de introducir preguntas adicionales para obtener mayor información sobre aspectos de situaciones efectivamente vividas por ellos que, tal vez, hayan propiciado una sensibilización social (Hernández, *et al.*, 2006).

3.4.1.2. Aplicación de la entrevista Representación del Contenido-ReCo para caracterizar el PCK.

Posterior al procedimiento anterior, se aplicó la entrevista de Representación del Contenido-ReCo: CORE (por sus siglas en inglés Content Representation), que es una herramienta con la cual se logró obtener una visión en conjunto sobre la enseñanza de un tema o un aspecto específico, del cual se recogen las dimensiones y relaciones de los conocimientos sobre el contenido, la enseñanza y el aprendizaje (Loughran, *et al.*, 2003; Park & Chen, 2012).

Este instrumento sirvió para documentar las ideas principales, los objetivos de la enseñanza de la profesora, el conocimiento que tienen los estudiantes y sus dificultades de aprendizaje, la secuencia de los temas, el uso correcto de los ejemplos, estrategias que la profesora utiliza en el aula y las maneras que, con el apoyo del modelo lingüístico, tiene para evaluar el conocimiento de sus estudiantes.

Las preguntas de la entrevista ReCo fueron adaptadas a un evento que ya había sucedido, por las condiciones de pandemia del SARS-COVID 19. En este caso, se instó a la profesora a

desplazarse hacia una época en la cual se dispuso a preparar dicha unidad didáctica y pensar en términos del diseño, desarrollo y evaluación (Anexo 2)

3.4.2. Observación de las clases

El análisis de la información recogida a través de las grabaciones de las clases, se llevó a cabo mediante la videoscopía, que es una técnica que se ajustó de acuerdo con las necesidades específicas de esta investigación. Permitió recopilar evidencias mediante la observación de eventos de enseñanza, tales como las intervenciones y posturas de la profesora, de los estudiantes y las diferentes interacciones que ocurren entre ellos.

Normalmente, para llevar a cabo este procedimiento, se usan dos cámaras de video que registran acciones, gestos y discursos orales. Una de ellas enfocada hacia el profesor y la otra hacia los estudiantes. Además, se usa una grabadora que se ubica cerca al docente para lograr un registro más detallado de su discurso oral. Es importante aclarar que una de las dos cámaras, se denomina cámara testigo (CT), debe cubrir el mayor espacio posible del aula. La segunda cámara se denomina cámara móvil (CM) y queda en manos del observador quien podrá así seguir de cerca el desarrollo dinámico de los acontecimientos filmados.

Sin embargo, en consideración al aislamiento preventivo por la situación de pandemia frente al SARS-COVID 19, se le pidió a la profesora que seleccionara una unidad de enseñanza de la Biología, que no tuviera una duración de más de seis (6) horas de trabajo con los estudiantes y cuya enseñanza estuviera orientada a un grupo con presencia de estudiantes con alguna discapacidad auditiva.

La profesora tuvo la posibilidad de obtener la grabación de clases sincrónicas de varias unidades didácticas en Biología, de las cuales seleccionó y compartió la correspondiente al tema

de genética para el grado noveno en donde había mayor cantidad de estudiantes sordos y se logró recopilar la mayor cantidad de grabaciones.

El análisis de los resultados de esta videoscopía, permitió evidenciar que, para llevar a cabo la enseñanza de una unidad didáctica para los estudiantes sordos, se usa el modelo de educación bilingüe bicultural, lo cual conllevó a considerar a dos agentes educativos relevantes para la investigación: modelo lingüístico e intérprete, a quienes se les recolectó la información mediante todas las técnicas y herramientas ajustadas a preguntas relacionadas a su rol dentro del aula (Anexo 3). Adicionalmente, todas las entrevistas biográficas y ReCo fueron también ajustadas a sus funciones como agentes educativos que enseñan a una población de estudiantes sordos y fueron validadas mediante la triangulación con un experto en escritura académica (Anexo 4, 5, 6 y 7).

En consideración con los principios éticos y morales, a cada uno de los participantes se les guardó privacidad de los registros que pudieran revelar su identidad para no presentar perjuicio alguno y, por lo tanto, toda información se trató de manera anónima y tuvo la libertad de participar o no en la investigación. Para ello, se presentaron los consentimientos informados a partir de los lineamientos de la Facultad de Educación y del Comité de Ética de Ciencias Sociales Humanas y Artes de la Universidad de Antioquia (Anexo 8)

3.4.3. Análisis de transcripción y sinopsis

En la última parte de la investigación, se presentó una sinopsis que permitió reducir mucha información, ya que se logró centrar en episodios importantes de cada clase y que se relacionaron con cada uno de los objetivos. Los datos se consignaron mediante una tabla de Excel en la que se registraron datos tales como número de sesiones de la secuencia, fases de cada sesión, duración de cada fase y un texto de síntesis de lo que aconteció principalmente en cada fase (Tabla 1)

En la Figura 3, se muestra un ejemplo de cómo quedó la aplicación de la técnica de la videoscopía en términos de la transcripción de un episodio usando la matriz elaborada en un libro de Excel.

Figura 3.

Matriz de la videoscopía

	A	B	C	D	E	F
1	Unidad Didáctica	Título de la Unidad didáctica: Biología: Genética				
2	Grado	9A				
3	Episodios	Nombre del episodio		Resumen de los episodios	Ubicación del episodio	Transcripciones
4	1	Genética -ADN	Video 1	La profesora tranquiliza a sus estudiantes en esta época de pandemia, le	0:00-0:32	Transcripción Video 1!A1
5	2	ADN y Herencia	Video 2	Se muestran dificultades con las herramientas TIC y socializa las respues	0:00-0:22	Transcripción Video 2!A1
6	3	Diálogo sobre Vocabulario genética	Video 3	La profesora insiste sobre la tarea que deben enviar y que deben aprend	0:00-0:17	Transcripción video 3!A1
7	4	Genética -ADN y Vocabulario en señas	Video 4	Uno de los intérpretes hace preguntas sobre el video del ADN y les ense	0:00-0:28	Transcripción video 4!A1
8	5	Herencia -Alteraciones cromosómicas	Video 5	La profesora explica la dotación cromosómica humana y explica por qué	0:00-0:23	Transcripción video 5!A1
9	6	Relación herencia y el ambiente-Generación espon	Video 6	La profesora explica las diferencias entre las enfermedades debidas a l ca	0:00-0:34	Transcripción video 6!A1
20						
21						

La visualización de la información en esta matriz (Anexo 3) permite observar con facilidad el rol de cada uno de los participantes y el momento en el que intervienen. A su vez, la figura 4 muestra el potencial de la técnica de la videoscopía, ya que evidencia el papel de la intérprete (2) como traductora de la lengua de señas al castellano y viceversa apareciendo a lo largo de todo el episodio 1 (Genética-ADN).

Figura 4.

Matriz de la transcripción del episodio 1 en donde se muestra el potencial de la videoscopía con la intervención de los participantes en especial de la Interprete durante el episodio 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Momentos	Profesora	Intérprete	Modelo Lingüístico (El sordo)	Estudiante 1 (E1)	Estudiant e 2 (E2) es oyeate coa otra condició n	Estudiant e 3 (E3) es oyeate coa otra condició n	Estudiant e 4 (E4)	Estudiant e 5 (E5)	Estudiant e 6 (E6)	Estudiant e 7 (E7)	Estudiant e 8 (E8)	Estudiant e 9 (E9)	Observación No participante	Episodios	Diálogos Episodios
2	1		La intérprete traduce el comentario a la voz las señas		Qué parea eso deberia de ser más organizado									Definición de cómo trabajarán	1	IO: Traduce el comentario a la voz las señas de la estudiante 1 (E1)
3	2	No más, tranquilos... calma, calma, ¡jral póngame	Intérprete oyeate 1 traduce el comentario de la profesora a													Et: Qué parea eso deberia de ser más organizado
4	3		No sé es que como que el modelo está también	¡No...nunca, ni va a perder el año por eso, No...no sé												P: No más, tranquilos... calma, calma, ¡jral póngame cuidado. no quiero que se me preocupen
5	4		Está mirando a el modelo	¡No...nunca, ni va a perder el año por eso, No...no sé												
6	5		La intérprete traduce el comentario a la voz las señas		¡Sí, entiendo ¡claro!											
7	6		¡Ay Qué felicidad poderlos ver a todos!													
8	7	Vea chicos, el modelo, María y yo estuvimos	Intérprete oyeate 1 traduce el comentario de la profesora a													
9	8	(La profesora espera a que la intérprete termine de	Intérprete oyeate 1 traduce el comentario de la profesora a													
10	9	¿Qué vamos a trabajar hoy? Vamos a seguir trabajando	Intérprete oyeate 1 traduce el comentario de la profesora a											Memoria didáctica sobre	2	P: ¿Qué vamos a trabajar hoy? Vamos a seguir trabajando ADN. Veníamos trabajando con genética y estábamos aprendiendo cómo está constituido el ADN. Para eso, vamos a trabajar un video que Mary nos interpretó sobre el ADN, muy sencillo, y... ese video yo lo voy a mandar el link para que ustedes lo
11	10	¿Lloro? ¿Estamos? ¿Sí? Bueno, entonces ...	La intérprete traduce el comentario a la voz las señas		¡Sí, entiendo											
12	11		El dice que sí que sí entiendo, ¿E? sí está													
13	12		E3...¿Si escuchó bien?													
14	13	Vení que es que yo le había quitado el audio a E2,	La intérprete traduce el comentario a la voz las señas		¡Sí escuchó bien!											
15	14	Ahhhh yo no vi a E3	E3...¿Si escuchó bien? Ahhhhh bueno, Ahhh está													
16	15		Paso en modo musical Moni y verás ¡Sí! que ahí													
17	16	¡Ay qué pasar, si faltó!	Intérprete oyeate 1 traduce el comentario de la profesora a													
18	17		El E4 sino dice que: Moni, Moni dice E4													

La Figura 4 también muestra la intervención secuencial (momento a momento) de la profesora [P] (1), del modelo lingüístico [M] (3) y de los estudiantes [E] (4) en cada uno de los episodios.

El potencial de la videoscopía se reforzó, en este caso, con las transcripciones momento a momento (5) y de manera vertical. Lo anterior, facilitó una visualización más detallada de los participantes y permitió seleccionar los fragmentos de interés para el respectivo análisis. En esta matriz se redujo la información, ya que se logró centrar en episodios importantes de cada clase de acuerdo con cada uno de los objetivos.

La técnica anterior junto con la herramienta de transcripción escrita, facilitaron descripciones más detalladas y permitieron visualizar los elementos que se encuentran en cada una de las grabaciones para dar forma a los acontecimientos que se pretenden analizar.

El mapeo del PCK de la profesora, del modelo y de la intérprete se llevó a cabo en esta etapa, la cual permitió que los datos pudieran ser recopilados para hacer un análisis más detallado mediante la sistematización de la información para el mapeo del PCK y la integración entre sus componentes.

En el Anexo 9 se describe de manera detallada cómo se procesa la información para lograr el mapeo del PCK y en el capítulo de análisis de resultados se presentan los criterios que se tuvieron en cuenta para la construcción del mapa, incluyendo la dirección de las interacciones entre los componentes, cómo extraer las frecuencias a través de la entrevista ReCo y de las intervenciones establecidas en la clase durante la unidad didáctica seleccionada.

Con esta información se pudo caracterizar el PCK de la profesora y de los dos nuevos agentes educativos: la intérprete y el modelo lingüístico, quienes estuvieron presentes durante la planeación, desarrollo y evaluación de la unidad didáctica del tema de genética.

3.4.4. Construcción del mapa del PCK

Para las investigaciones es muy importante hacer más visible y accesible el análisis sobre el PCK y las interacciones entre los cinco componentes descritos en el modelo del pentágono propuesto por Park y Oliver (2008b)⁷: *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS; Conocimiento del currículo en ciencias-KSC; Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU; Conocimiento de*

⁷ Para efectos metodológicos se conservarán las siglas en inglés de cada uno de los componentes del PCK.

la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS y el Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR.

Para ello, Park y Chen (2012) plantearon una metodología que puede permitir la identificación, visibilización y medición de dichas interacciones. Además, se pueden identificar los componentes que pueden manifestarse o no en un profesor y así comprender cómo es la estructura del PCK, dado que estas interacciones son idiosincráticas y específicas de un tema, es decir, que se pueden identificar cuáles componentes y conexiones se necesitan mejorar en la enseñanza de un tema particular para modelar el proceder del docente en el aula y así ofrecer la posibilidad de mapear sus PCK para luego saber el camino para fortalecer algunos de sus componentes de su rol como profesor.

En ese orden de ideas, con este trabajo se muestran algunos avances en la descripción de cómo realizar el procesamiento de la información para lograr el mapeo del PCK y una descripción detallada de los criterios a considerar para dibujar la dirección de las interacciones entre los componentes, cómo extraer las frecuencias a través de la entrevista ReCo y de las intervenciones establecidas en las aulas de clase durante la unidad didáctica.

Es por ello, que en este capítulo se describirá cómo se construyó el mapa del PCK de esta profesora en particular y cómo se realizó el respectivo análisis de las interacciones entre sus componentes. De esta manera, se podrá identificar el componente del modelo del PCK que se activa con mayor fuerza para caracterizar el conocimiento de la profesora y también se podrá analizar cuál de los componentes dirige con mayor influencia su acción docente.

3.4.4.1. Procesamiento de la información y construcción del mapa del PCK de la profesora

De acuerdo con la técnica de sistematización descrita en esta investigación para la construcción del mapa del PCK, se procesó la información obtenida a partir de la entrevista ReCo y de la videoscopía de cada una de las clases de la unidad didáctica de genética que fue seleccionada para este trabajo. A continuación, se hará la descripción de este hallazgo metodológico.

3.4.4.2. Construcción del mapa del PCK a partir de la entrevista ReCo

La matriz para la construcción del mapa del PCK de la profesora comenzó a diseñarse en una hoja de cálculo en Excel. El primer paso fue correlacionar los respectivos componentes del PCK con las preguntas correspondientes a la entrevista ReCo y que fueron adaptadas a condiciones de inclusión de estudiantes sordos en el aula y a la situación de pandemia por el SARS-COVID 19 y, además, trianguladas por expertos tal como se detalló en la metodología planteada.

El siguiente paso para el diseño de la matriz ReCo y posterior construcción del mapa del PCK de la profesora fue ubicar las respuestas al frente de las preguntas relacionadas con cada uno de los componentes. La tabla 4A muestra la manera como se inició esta matriz en el Excel y 4B cómo se ubican los componentes del PCK (1), las preguntas ReCo trianguladas y adaptadas a la situación de pandemia por el SARS-COVID 19 (2 y 3) y las respuestas de la profesora (4).

Tabla 4

Matriz para la construcción del mapa del PCK de la profesora.

A. Inicio de la matriz

1	2	3	4
COMPONENTES DEL PCK	PREGUNTAS TRIANGULADAS CON EXPERTOS	PREGUNTAS DE LA INVESTIGADORA	RESPUESTAS
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares)	¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar?	Inv (I): Hola P, otra vez muchísimas gracias por este espacio.	F(F): A ver Inv, ... el... digamos pues
Orientación para la enseñanza de la Ciencia (Creación de contenidos curriculares)	¿Qué deseaba que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?	Inv (I): ... y... ¡Muy Bien!... y sí bien...	F(F): Era contenido, pues, digamos
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares)	¿Por qué creía que era importante?	Inv (I): ... por ahí iba miriquiente por ahí...	F(F): precisamente Inv, porque era
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares)	¿Qué conocimientos de genética tenía?	Inv (I): ... y ahí viene la riquiente por ahí...	F(F): ¡Áhhh, sí!
Comprensión de los estudiantes de un concepto específico de la ciencia	¿Cuál creía que eran las dificultades?	Inv (I): ¡Clara que sí! Buena, y digamos...	F(F): Ahí teníamos que conceptualizar
Comprensión de los estudiantes de un concepto específico de la ciencia	¿Qué sabe usted sobre la manera de enseñar?	Inv (I): para era un supremamente interesante...	F(F): ... digamos, con las chicas...
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de la ciencia	¿Cuál eran los procedimientos para enseñar?	Inv (I): ... y en el caso específica de la genética...	F(F): Na... ollar, a veces, cuando...
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de la ciencia	¿Cuál eran los procedimientos para enseñar?	Inv (I): ¡Exactamente! muy bien F...	F(F): Ve Inv, mmm cuando ya llegué...
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de la ciencia	¿Cuál eran los procedimientos para enseñar?	Inv (I): y en el caso particular de esta...	F(F): Ve Inv, entonces ya, digamos...
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de la ciencia	¿Cuál eran los procedimientos para enseñar?	Inv (I): ¿O sea que cada ahí tá var...	F(F): A rienda con la cabeza un sí y...
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de la ciencia	¿Cuál eran los procedimientos para enseñar?	Inv (I): Entonces... ¡exacta! Entonces...	F(F): Ella siempre participan Inv...
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de la ciencia	¿Cuál eran los procedimientos para enseñar?	Inv (I): ¡Espectacular! Ya que tu me...	F(F): con las chicas utilizar un sí...
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de la ciencia	¿Cuál eran los procedimientos para enseñar?	Inv (I): ¡Exacta! entonces en orden...	F(F): eeeeh la evaluación, finalmente...
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de la ciencia	¿Cuál eran los procedimientos para enseñar?	Inv (I): ¿Pensar así?	F(F): ¡sí! El proceso de evaluación...
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de la ciencia	¿Cuál eran los procedimientos para enseñar?	Inv (I): ... y entonces ¿quién particip...	F(F): ¡sí clara! Como te decía, pues...
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de la ciencia	¿Cuál eran los procedimientos para enseñar?	Inv (I): ... y la que no hay ¿quién la dir...	F(F): Entre el modelo, la interpretación...

B. Sinopsis de la entrevista ReCo

COMPONENTES DEL PCK	PREGUNTAS TRIANGULADAS CON EXPERTOS	PREGUNTAS DE LA INVESTIGADORA	RESPUESTAS
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar? ¿Qué deseaba que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?	Inv: Hola profesora, ... muchísimas gracias por este espacio. ...Recordemos que por cuestiones pandemia por el COVID, no pude realizar la entrevista antes de que usted comenzara la unidad didáctica de genética para los estudiantes de noveno A, si no después de que me pasara los videos relacionados con estas clases. Es por eso que todas las preguntas se las voy a hacer en términos de algo que ya sucedió: ... Cuando usted iba a desarrollar una unidad didáctica de este tema ¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar cuando usted llegó al grado noveno A?	P: ... A partir del plan de área de ciencias naturales queda establecido el derrotero que debemos seguir. Todo esto lo relacionamos con ... cómo ese conocimiento se empezó a aplicar en diferentes áreas para el mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos. Con estos conceptos empezamos a integrar los factores ambientales, con la alimentación, la contaminación ... todas las interacciones que se dan entre nuestro genoma y otras sustancias ... y hasta factores de la vida: el estrés y otras situaciones. Entonces lo que hacemos es irlos preparando a ellos para que tengan un nivel más alto de comprensión de otros procesos biológicos también.

Es importante mostrar cómo las preguntas ReCo fueron adaptadas a un evento que ya había sucedido por las condiciones pandemia del SARS-COVID 19. En este caso se instó a la profesora a desplazarse hacia el momento en el cual se dispuso a preparar dicha unidad didáctica y pensar en términos del diseño, desarrollo y evaluación. En este ejemplo, la pregunta corresponde al componente del conocimiento del currículo.

Posteriormente, los componentes del PCK se ubicaron nuevamente en la matriz, pero esta vez de manera horizontal (cada uno por columna). Luego la matriz fue leída de izquierda a derecha, es decir, desde la respuesta del componente ubicado en la fila de la izquierda (el de origen) hasta los componentes ubicados en las columnas de la derecha (el de destino). Lo anterior, permitió analizar la dirección que tenían las respuestas de la profesora con respecto a cada uno de los componentes del PCK.

Las ideas o palabras clave en estas respuestas permitieron observar que, en algunos casos, a pesar de que la pregunta partía de un componente del PCK en particular, la respuesta estaba direccionada a otro diferente y es allí donde el fragmento de la respuesta debió ubicarse, es decir, en la fila correspondiente a la columna del componente dispuesto de manera horizontal.

En ese orden de ideas, para la correlación de las palabras o ideas clave identificadas en las transcripciones de las respuestas de la profesora a la entrevista ReCo con los respectivos componentes, se tuvieron en cuenta aquellos estudios relacionados con la aplicación de la ReCo en la construcción del PCK (Melo, *et al.*, 2020; Suh & Park, 2017; Candela, 2017; Bertram, 2014)

Por ejemplo, las ideas relacionadas con el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* están en consonancia con el contenido específico que se desea enseñar y los objetivos que se tienen en el aprendizaje. En este caso, en las respuestas de la profesora que estaban direccionadas hacia este componente, se encontraron ideas de lo que ella sabía de los conceptos y de lo que era útil para los estudiantes y que se les pudiera enseñar. Lo anterior, junto con las creencias y valores, le brindó a la profesora un dominio específico para tomar decisiones sobre algunas ideas del currículo que no debieron ser abordadas en la unidad didáctica diseñada.

En los siguientes fragmentos de la entrevista ReCo se evidencia que la profesora intenta planear una clase a partir de los contenidos, pero orientados a lo que ella conoce en la actualidad y cuáles objetivos desea alcanzar con dichos contenidos.

Fragmento de la entrevista ReCo [00:00:00-00:03:49]

Inv: ... *Cuando usted iba a desarrollar la unidad didáctica de genética ¿Qué contenidos planeaba enseñar cuando llegó al grado noveno A?*

P: ... *esos procesos de síntesis, transcripción y traducción a nivel celular lo relacionamos con otras situaciones que tienen que ver con la parte de ciertas condiciones genéticas y tratamos de buscar qué ha pasado en esta área, qué hay nuevo, qué se está produciendo, ... un poco de lo que está haciendo en la ingeniería genética, de cómo la genética ha permeado la medicina y otras áreas del conocimiento y cómo se empezó a aplicar para el mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos, tal como los transgénicos, el mejoramiento genético y la producción de proteínas.*

Fragmento de la entrevista ReCo [0:03:50-0:05:34]

P: ... *Yo siempre he pensado que mientras un estudiante más sepa va a ser mejor. Es decir, mientras más aprendizajes y más procesos se den con respecto a las ciencias naturales va a ser mucho mejor para ellos. Definitivamente la genética es lo que somos, desde la forma de nuestro cuerpo, su funcionamiento ... ¿Qué funciona bien? ¿Qué funciona mal?*

Fragmento de la entrevista ReCo [00:07:08-00:08:40]

P: ... *Esa pregunta es muy difícil, porque uno quisiera extenderse, pero uno sabe que hay unos limitantes de tiempo. ... Nosotros lo que hacemos es contar básicamente qué pasa de una manera muy rápida. ... Por ejemplo, ... con algunas reacciones químicas muy específicas o con estructuras moleculares muy complejas, ... gastaríamos demasiado*

tiempo en algo que de pronto no le va a permitir al estudiante tener un panorama grande de lo que es la genética como tal.

Esta evidencia coincide con lo que explica Bertram (2014), que el profesor ofrece a los estudiantes la oportunidad de descubrir respuestas por sí mismos a partir de sus propias experiencias. Es decir, a partir de las dificultades que los estudiantes puedan experimentar en la vida cotidiana la profesora explica los conceptos. Por otro lado, Candela (2017) indicó que las decisiones curriculares se encuentran mediadas por el conocimiento que tenga el docente de esta disciplina y la didáctica del área específica, de tal manera que aquellos profesores sin experiencia en la enseñanza y en la planeación de un contenido particular no podrán seleccionar los contenidos para ser aprendidos por la comprensión de los conceptos.

Por lo tanto, un profesor exitoso decide qué enseñar, desde el conocimiento que tenga sobre el contenido de las ciencias que se sea importante para la cotidianidad de los estudiantes, y en cómo lo puede relacionar con otras áreas dentro del plan de estudios (Candela, 2017).

Con respecto al ***Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS***, las palabras clave estuvieron orientadas hacia las creencias y el conocimiento que la profesora tenía con respecto a los propósitos en este contenido de genética de tal manera que los estudiantes pudieran construir el concepto a partir de su realidad como sordos.

El siguiente fragmento de la respuesta a la pregunta de lo que ella creía que era importante que los estudiantes conocieran estos contenidos de genética, brinda evidencia de ello:

Fragmento de la entrevista ReCo [00:05:35-00:06:57]

P: ...Porque la genética determina el funcionamiento de un organismo. Aprender genética, no solamente porque está en los contenidos. Por ejemplo, yo amo la biología y a mí me encanta enseñarla, no solo porque está en los contenidos, sino porque también es comprender cómo está constituido mi cuerpo y el del resto de seres vivos. Cómo son

esos procesos y cómo cosas tan sencillas que nos han dicho desde niños, tal como ¡usted se tiene que alimentar bien!, ... ¡tiene que comer verduras!, ... ¡tiene que hacer esto para que tenga un cabello bonito!, ... ¡tenga una piel bonita! ... ¡para que su cuerpo funcione bien! ... pero ¿cómo? ¿Cómo algo que yo consumo termina siendo integrado en mi estructura? Entonces la genética determina eso ...

Fragmento de la entrevista ReCo [00:07:08-00:08:40]

P: ... por ejemplo, con algunas reacciones químicas muy específicas, es decir, con estructuras moleculares muy complejas, ...no es del nivel del estudiante. Además, gastaríamos demasiado tiempo en algo que de pronto no le va a permitir al tener un panorama grande de lo que es la genética como tal. Entonces ¡sí, es muy difícil! Pero, en eso le ayuda a uno el currículo, como no despegarse mucho, no irse muy rápido, porque entonces lo único que hacemos no es enseñar genética, también tenemos otros contextos a lo largo de todo el ciclo que tienen los estudiantes de noveno.

Estas interacciones implican que la maestra podría estar tomando decisiones sobre las estrategias y representaciones de la enseñanza basadas no sólo en el currículo sino también sobre las creencias respecto a cómo aprenden los estudiantes, lo que es la ciencia y el uso del lenguaje, es decir, en las *Orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias-OTS* (Suh & Park, 2017).

Lo anterior, coincide con lo que Bertram (2014) encontró en su trabajo cuando un profesor enumeró algunas áreas del contenido que, en su opinión, podrían ser muy complejas para que los estudiantes las comprendieran y prefirió investigar más a fondo el contenido desarrollando otra actividad. La literatura muestra que una de las causas por las cuales los profesores omiten algunos de los contenidos es porque son conscientes de que deben evitar que el aprendizaje de las ciencias por parte de los estudiantes sea complejo y también reconoce que una manera de hacer que las

ciencias no sean aburridas para los estudiantes es la simplificación (Candela, 2017, Nilsson & Loughran, 2012)

Este conocimiento, posiblemente es influenciado por las creencias de la profesora y, además, por su experiencia con respecto al diseño y a la enseñanza de estos conceptos en genética, ella ha tenido que realizar transformaciones al currículo establecido por el Ministerio de Educación Nacional-MEN en Colombia, haciendo que las planeaciones de sus clases sean mucho más particulares para la enseñanza de los estudiantes sordos. Lo anterior, se puede evidenciar en una respuesta de la profesora cuando se le preguntó en la entrevista biográfica, por su mayor reto de involucrar a estudiantes sordos con los oyentes en una misma aula:

Fragmento de la entrevista biográfica [00:23:14-00:26:27]

P: ¡La práctica pedagógica me tocó transformarla totalmente, cambié mi manera de enseñar! ... Pero yo siempre he pensado que ellos [se refiere a los estudiantes sordos] tienen el mismo derecho al aprendizaje y al desarrollo de competencias científicas que los estudiantes oyentes.

Para el análisis de las evidencias relacionadas con el ***Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*** se tuvo en cuenta que las ideas estuvieran orientadas a la implementación de modelos, herramientas, técnicas y estrategias de enseñanza para que los estudiantes sordos pudieran comprender los conceptos en genética. También se tuvieron en cuenta las ideas y el interés que los estudiantes tenían sobre la genética y las concepciones alternativas que pudieran influir en la enseñanza de este tema.

Este conocimiento es muy importante para el diseño de una unidad didáctica, dado que se orienta a la construcción de diversas actividades que posibilitan al estudiante un apoyo para comenzar a superar limitaciones y dificultades que tienen frente al aprendizaje de un concepto específico (Candela, 2017).

La profesora mostró evidencias de que por encima de las mismas concepciones alternativas que pudieran tener al respecto, para la comprensión de estos conceptos por parte de los estudiantes sordos, es más importante presentar el tema en su lengua nativa.

Fragmento de la entrevista ReCo [00:13:19-00:14:29]

P: ... cuando se trata de explicar su condición es muy complejo porque a ellos les cuentan cosas como que la mamá se enfermó. Sin embargo, también tenemos familias que están compuestas por parejas de padres sordos, o por un padre sordo y el otro oyente, entonces eso ha ido abriendo un poco la mentalidad y los estudiantes sordos ya no llegan con tanta predisposición con relación a lo que tiene que ver con la herencia de su condición específica. Y, ... bueno, se recuerda que no todas las condiciones de sordera son genéticas, ... ya que son de un origen diferente.

Fragmento de la entrevista ReCo [0:10:58-0:13:18]

P: [Refiriéndose al tema de herencia] ...para los estudiantes sordos, la transmisión de esos aspectos se hace más difícil. Muchas veces ellos no saben qué piensan sus familias al respecto. De hecho, esas temáticas, incluso muchas veces, son nuevas para las familias. Entonces yo pienso que con genética hemos tenido poca dificultad.

Fragmento de la entrevista ReCo [00:08:41-00:10:57]

P: El tema de la división celular... es complejo realmente, ... ¡es difícil! ... comprender cómo se da un proceso de división celular y, sobre todo, en la parte de los cromosomas ... ¿qué está pasando? ... en cada uno de los momentos en mitosis y meiosis ... ¡eso es difícil! ... En el caso de los estudiantes sordos, es más complejo aún, porque es volver a recordarle las señas de la célula, procesos celulares, entonces es empezar a rescatar todo ese vocabulario en biología y a veces se saturan.

La profesora enfatiza sobre la dificultad que enfrenta un sordo para recordar oportunamente las señas referidas a los conceptos asociados con la reproducción celular y, es por ello que se apoya en el vocabulario en su lengua nativa como una estrategia para su comprensión, de tal manera que el estudiante no se sienta presionado con tanta información. Lo anterior se relaciona con el estudio de Bertram (2014) en donde se reportó que los estudiantes necesitan ayudas visuales o modelos para asistirlos en el aprendizaje de algunos conceptos que son tan abstractos o difíciles para entender.

De esta manera, las dificultades o limitaciones, las concepciones alternativas, los antecedentes académicos y culturales de los estudiantes pueden ayudar a tomar decisiones, no sólo en la planeación de los contenidos sino en las instrucciones que se deben dar para dicha comprensión (Candela, 2017)

Las ideas centrales relacionadas con *el Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*, se relacionaron con algunas técnicas, estrategias y herramientas de enseñanza que la profesora utilizó para la comprensión de los conceptos en genética. En este estudio se pudo evidenciar que la profesora evaluó la necesidad de llegar a sus estudiantes sordos a través de gráficos, dibujos y videos, en tanto se percató que ellos eran muy visuales.

Fragmento de la entrevista ReCo [00:14:30-00:16:08]

P: Cuando llegué a la Institución Educativa, la I, quien ya tenía experiencia en el aula me dijo; “trata de ser muy gráfica”. Ella me dijo esto y ¡muy pertinente! ... en ese momento estaba haciendo la maestría. Mi maestría es en Enseñanza de las Ciencias y encontré bastante afinidad con el área de las Tecnología de la Información y la Comunicación-TIC y empecé ahí a desarrollar cierta idea que yo tenía con relación a la construcción de un curso de genética para estudiantes sordos y ese fue mi trabajo de grado de la maestría.

Fragmento de la entrevista ReCo [00:24:25-00:27:40]

P: hacemos juegos que están en aplicaciones en Flash o que están en la Web y ellos van ubicando las bases nitrogenadas, por ejemplo. Ese es uno de los juegos y entonces sirve para practicar. ... Por ejemplo, jugar apareando las bases nitrogenadas. Entonces ... ahí lo que hacemos es mirar si sí saben, entonces terminamos como evaluándolos

Se observa cómo a pesar de que la respuesta es originada por una pregunta relacionada con el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* se direcciona hacia el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS*.

Finalmente, para el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* las palabras clave o ideas principales estuvieron encaminadas a verificar cómo la profesora monitoreó el nivel de comprensión de dichos conceptos a lo largo de todo el proceso. Cada una de estas ideas debe explicar cuáles son los métodos para evaluar el aprendizaje, comprensión conceptual, interdisciplinariedad de los temas con otros aspectos, el razonamiento crítico que juegan un papel importante en el conocimiento de la Evaluación (Candela, 2017; Bertram, 2014).

En este estudio se pudo observar que la idea central para este conocimiento, estuvo relacionada con la estrategia empleada para hacer la evaluación y también con el vocabulario para cada concepto estudiado en la lengua de señas:

Fragmento de la entrevista ReCo [00:28:30-00:30:42]

P: ... El proceso de evaluación con ellos, gran parte es oral. Por ejemplo, tenemos el falso y verdadero, pero la I [Intérprete] les lee el enunciado y ellos pueden decir si es falso o verdadero. Hacemos también apareamientos. Por ejemplo, que el estudiante una el concepto con una definición o los arme. ... Tenemos otro, que es sobre la síntesis de proteínas y es escoger y armar la secuencia, en qué orden se dan los pasos. Entonces

les llevamos las imágenes y arme usted [se refiere al estudiante sordo] ¿qué va primero? ¿cómo se da el proceso? entonces arman las secuencias y sabemos si ellos sí comprenden qué está pasando, si son capaces de armar la secuencia correcta con las imágenes desde que llega hasta que se da la producción del RNA mensajero: que ellos sean capaces de armar la secuencia desde que sale el RNA mensajero hasta se produce la proteína.

Fragmento de la entrevista ReCo [00:30:43-00:31:04]

P: ya tenemos como muy estandarizado el vocabulario...

Fragmento de la entrevista ReCo [00:31:05- 00:33:02]

P: ... Yo no soy experta en lengua de señas, pero yo sé que hay señas que son muy difíciles de hacer y que pueden causar dolor en las manos. Entonces, ellos [se refiere a otros agentes educativos como a la interprete y al modelo lingüístico] son los que conocen la lengua, ... y pueden ayudar a definir cuál es la seña más apropiada para un concepto que se está enseñando.

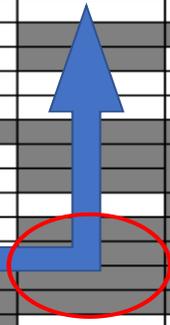
De esta manera, las palabras, frases o ideas clave en las respuestas de la profesora dieron la posibilidad de dar una dirección hacia alguno de los componentes del PCK, independientemente del componente origen de la pregunta ReCo.

A continuación, se muestra un ejemplo de este ejercicio de selección de ideas centrales o palabras clave en fragmentos de las respuestas de la profesora a la entrevista ReCo. Se observa cómo una respuesta del componente *Conocimiento sobre estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias-KISR* está dirigida hacia el componente del *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*. La decisión fue tomada dependiendo de la idea central o palabras relacionadas con dicho componente (Tabla 5)

Tabla 5

Ejemplo de cómo se construyó la interacción entre los componentes del PCK a partir de la entrevista ReCo de la profesora

COMPONENTES DEL PCK	PREGUNTAS TRIANGULADAS CON EXPERTOS	PREGUNTAS	RESPUESTAS	FRAGMENTOS VIDEO RECO	Conocimiento de las ciencias [Creación o uso de los procedimientos de aprendizaje Ciencias; temas de enseñanza; estrategias de enseñanza]	Conocimiento del currículo [materiales curriculares; currículo actual; currículo ideal]	Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las Ciencias	Comprensión de las realidades de un currículo específico de las ciencias	Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias
Conocimiento de las ciencias	¿Qué enseñarías?	Ins II: Hola	PIP: A ver ins,	0:00:00-0:00:45					
Conocimiento del currículo	¿Qué enseñarías que...	Ins II: ... que...	PIP: Como usual						
Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las Ciencias	¿Por qué enseñarías que...	Ins II: ... por ahí	PIP: por ahí	0:00:58-0:01:34					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias	¿Qué enseñarías que...	Ins II: ... que quer	PIP: ¡Ahhh, u!	0:01:35-0:01:57					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias	¿Qué enseñarías que...	Ins II: ... que abair	PIP: ... Enseñar	0:01:58-0:02:00					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias	¿Cuáles serían que...	Ins II: ¡Claro que	PIP: Ah, lo que	0:02:00-0:02:48					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias	¿Qué enseñarías que...	Ins II: por eso	PIP: ... digamos	0:02:48-0:03:57					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias	¿Qué enseñarías que...	Ins II: ... que en la	PIP: No... ellos	0:03:58-0:04:18					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias		Ins II: ¡Eso es lo	PIP: Ve ins,	0:04:19-0:04:23					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias		Ins II: que es lo	PIP: Ve ins,	0:04:23-0:04:38					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias		Ins II: Enseñar	PIP: Claro	0:07:34-0:07:36					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias		Ins II: ¡Eso es lo	PIP: eso es lo	0:07:36-0:07:40					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias		Ins II: ¿Cómo se	PIP: ¡es! El	0:07:44-0:08:25					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias		Ins II: ... que en la	PIP: ¡es! Claro! C	0:08:38-0:08:42					
Conocimiento de las realidades de un currículo específico de las ciencias		Ins II: ... que en la	PIP: Enseñar	0:08:43-0:08:44					



EJEMPLO DEL COMPONENTE DEL PCK	Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR
Preguntas realizadas por la investigadora a partir de ReCo Inv	<ol style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son los procedimientos que tu pensabas o utilizas para enseñar estos contenidos y cuáles son las razones por las cuales las usas? ¿Participaron intérprete y modelo en la planeación de tu unidad didáctica? ¿Qué actividades planearon para la enseñanza de estos contenidos que seleccionaste para esta unidad didáctica?

RESPUESTAS DE LA PROFESORA

<p>... Un curso en Moodle para estudiantes sordos de genética, con evaluación y con todo, resultaría muy complejo pues se puede perder fácilmente en la comprensión. La adaptación de estas clases es difícil pues la interpretación de cada pestaña [Se refiere al interfaz de la plataforma] para que el estudiante sordo tenga que seleccionar en cada momento se vuelve difícil para ellos. Por ejemplo, en el aula es fácil asistirlos: “¿...Profe por dónde...? ¿... ¿Qué sigue ...?” entonces uno iba y le decía cómo hacerlo. Pero ya para el</p>	<p>... Lo que hicimos fue seguir haciendo un banco [se refiere a un vocabulario de lengua de señas de los conceptos en genética]. Entonces ya hemos ido construyendo un banco de materiales que nos sirve para todo el año. Lo hemos ido mejorando, encontramos unos materiales nuevos.</p>	<p>En YouTube, fuimos poniendo los videos que íbamos construyendo. Este material lo utilizábamos y se los mandábamos a ellos por WhatsApp. ... También hemos hecho algunas interpretaciones [se refiere a lengua de señas] de material que ellos tienen en YouTube. Entonces los explican de una manera muy gráfica ...</p>	<p>[se refiere a la intérprete y al modelo] ... nosotros ya veníamos trabajando, creando y organizando material digital para trabajar con los estudiantes sordos... Entonces, antes de empezar con una unidad temática lo que hacemos es coger todo el vocabulario que vamos a utilizar, el vocabulario que es nuevo para los estudiantes sordos, listarlo y, entre el modelo y la intérprete, empiezan a hacer el rescate ese vocabulario, a buscar las señas. Tenemos un vocabulario en lengua de señas más o menos establecido y estandarizado para el trabajo con los estudiantes.</p>
---	--	---	--

estudiante sordo enfrentarse con el Moodle sólo y en casa, tuvimos **dificultades** y no tuvimos los recursos en ese momento, para hacer esa **adaptación**. Pero aprendimos muchas cosas en ese proceso.

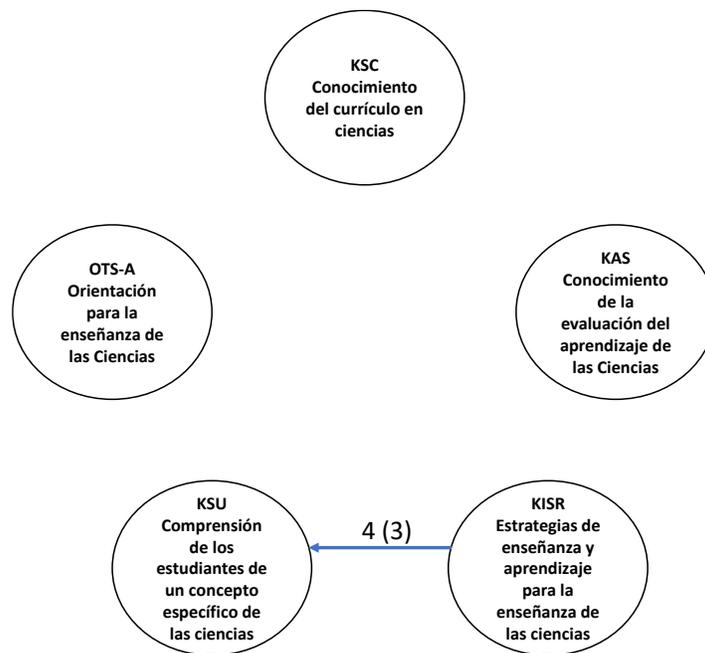
Las palabras, frases o ideas clave que dieron la posibilidad de direccionar la respuesta hacia la comprensión de los estudiantes se encuentran en negrita. Cada una de estas palabras está explicando que las estrategias que la profesora utiliza, van dirigidas a que los estudiantes sordos puedan comprender en su lengua de señas cada uno de los conceptos enseñados en la unidad didáctica de genética. La anterior estrategia muestra la interacción entre los componentes y la dirección que lleva la flecha cuando se está construyendo el mapa del PCK.

En este caso, se observa que hay una interacción entre dos componentes y que la flecha se orienta desde el componente de origen: *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* hacia el componente de destino: *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*. La frecuencia de esta interacción corresponde a la contabilización de los vínculos entre estos dos componentes y está determinada por las veces en que la profesora repite las ideas o palabras clave en sus respuestas.

La Figura 5 muestra el resultado de cómo es la interacción entre estos dos componentes y la frecuencia con la que se evidenció en la matriz de acuerdo con las respuestas de la profesora.

Figura 5

Interacción y frecuencia entre el conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias – KISR y el Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU.

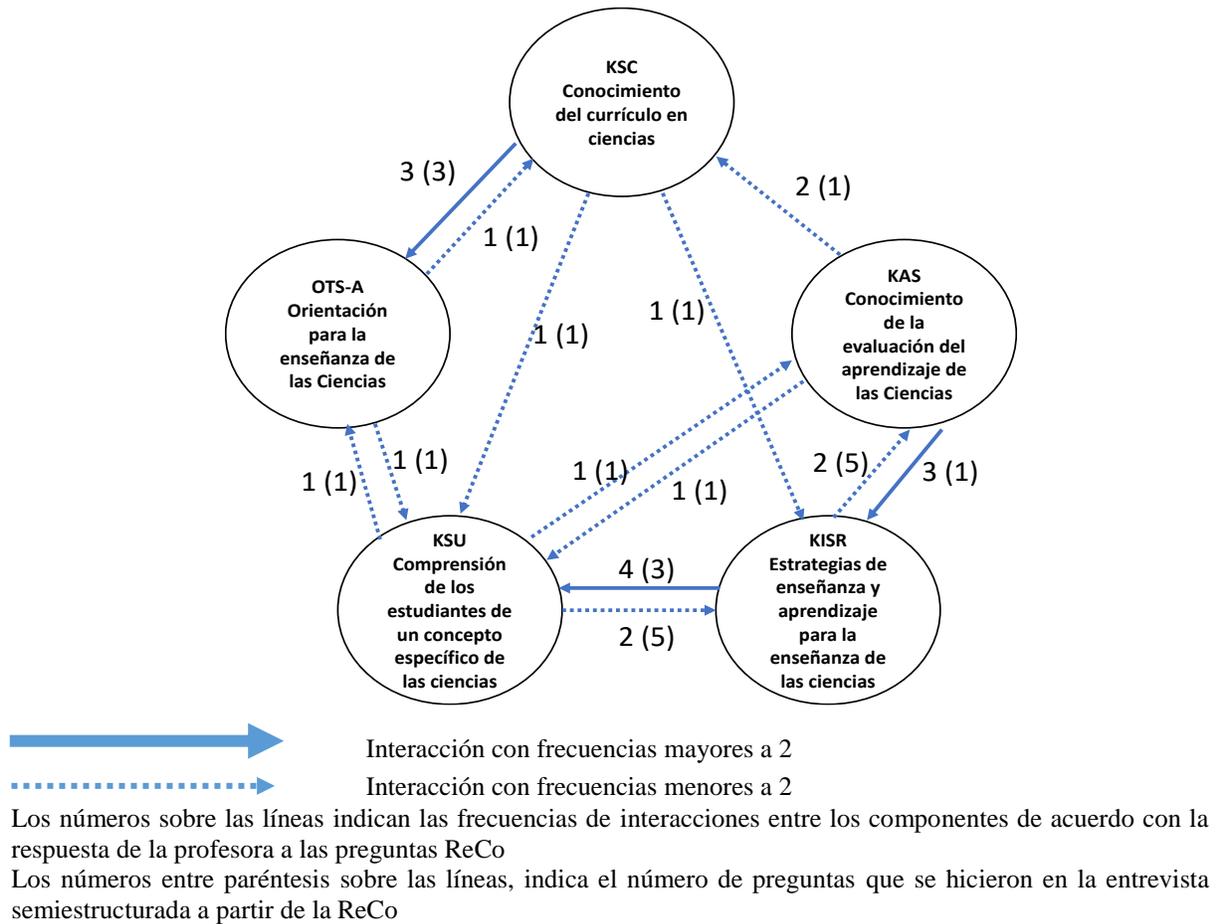


El número sobre la línea indica la frecuencia de interacciones entre estos dos componentes de acuerdo con la respuesta de la profesora a las preguntas ReCo. El número entre paréntesis sobre la línea, indica el número de preguntas que se le hicieron a la profesora en la entrevista semiestructurada a partir de la ReCo (Ver Tabla 2)

Este mismo procedimiento se repitió con todos los componentes del PCK hasta obtener el mapa completo a partir de la entrevista ReCo de la profesora (Figura 6)

Figura 6

Mapa del PCK de profesora construido a partir de la entrevista ReCo



Para la construcción del mapa el investigador decide las condiciones de una tabla de convenciones para el tipo de línea y grosor. En este caso, las interacciones con frecuencias mayores a 2 son de línea gruesa continua y aquellas de frecuencias menores a 2 corresponden a la de línea gruesa discontinua.

La Figura 6 muestra cómo los componentes: *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*, *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* y *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* van adquiriendo más fuerza en el PCK de la profesora. Lo anterior, se puede evidenciar por la dirección y frecuencia de interacción entre los componentes del PCK.

En el caso del *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* se observa que hay interacción de tres veces (Frecuencia:3) con dirección al *Componente sobre el Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS*. Por otro lado, el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* también interacciona tres veces (Frecuencia:3) con dirección al *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* y, a su vez, este último componente interacciona cuatro veces (Frecuencia:4) con dirección al *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*.

A pesar de que este último tiene una mayor frecuencia de interacción, con estos datos no es posible determinar si este o los demás componentes, se activan con más fuerza o determinan la acción docente de esta profesora. Sin embargo, se observa una idea inicial del comportamiento de su PCK en la enseñanza a estudiantes sordos.

En ese orden de ideas, una vez obtenido el mapa del PCK, a partir de las respuestas de la entrevista ReCo, se procedió a corroborar si hubo correspondencia entre lo que contestó la profesora y lo que se evidenció en sus clases. Lo cual posiblemente implicaría que existan debilidades en la relación entre el ePCK y el pPCK o que no existe relación entre componentes del PCK del profesor.

Este análisis en profundidad brindó mayor evidencia de las frecuencias entre las interacciones de los componentes del PCK y permitió un análisis más amplio de cada una de las respuestas ReCo de la profesora. Lo anterior, facilitó conocer cuál es la naturaleza de la integración de los cinco componentes del PCK en la práctica docente de esta profesora de Ciencias Naturales que ha tenido que realizar adaptaciones de estrategias de enseñanza para estudiantes sordos.

3.4.4.3. Construcción del mapa del PCK a partir de las clases de la unidad didáctica en genética

Para la construcción del mapa del PCK a partir de las transcripciones de las intervenciones de la profesora en cada una de las clases de genética, se continuó alimentando la matriz obtenida a partir de la entrevista ReCo. Para ello, se nombró cada clase como episodio y se ubicó en cada columna en la hoja de Excel de tal manera que todos los episodios quedaran de forma horizontal.

Posteriormente, las transcripciones de los episodios fueron analizadas de acuerdo con las respuestas ReCo de la profesora. Es decir, se seleccionaron aquellos fragmentos de las intervenciones de cada episodio en donde se evidenció correspondencia con estas respuestas o interacción entre los componentes del PCK y se ubicaron en la fila donde hubo dicha interacción. Para seleccionar cada fragmento como evidencia, se usó el mismo parámetro de palabras clave o idea principal que se emplearon para la primera interacción entre los componentes del PCK (Tabla 4)

La Tabla 6 muestra un ejemplo de cómo se construyó la matriz ReCo a partir de las intervenciones de la profesora en cada uno de los episodios. En este caso, las intervenciones brindaron evidencia de la interacción entre los componentes *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* y *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*.

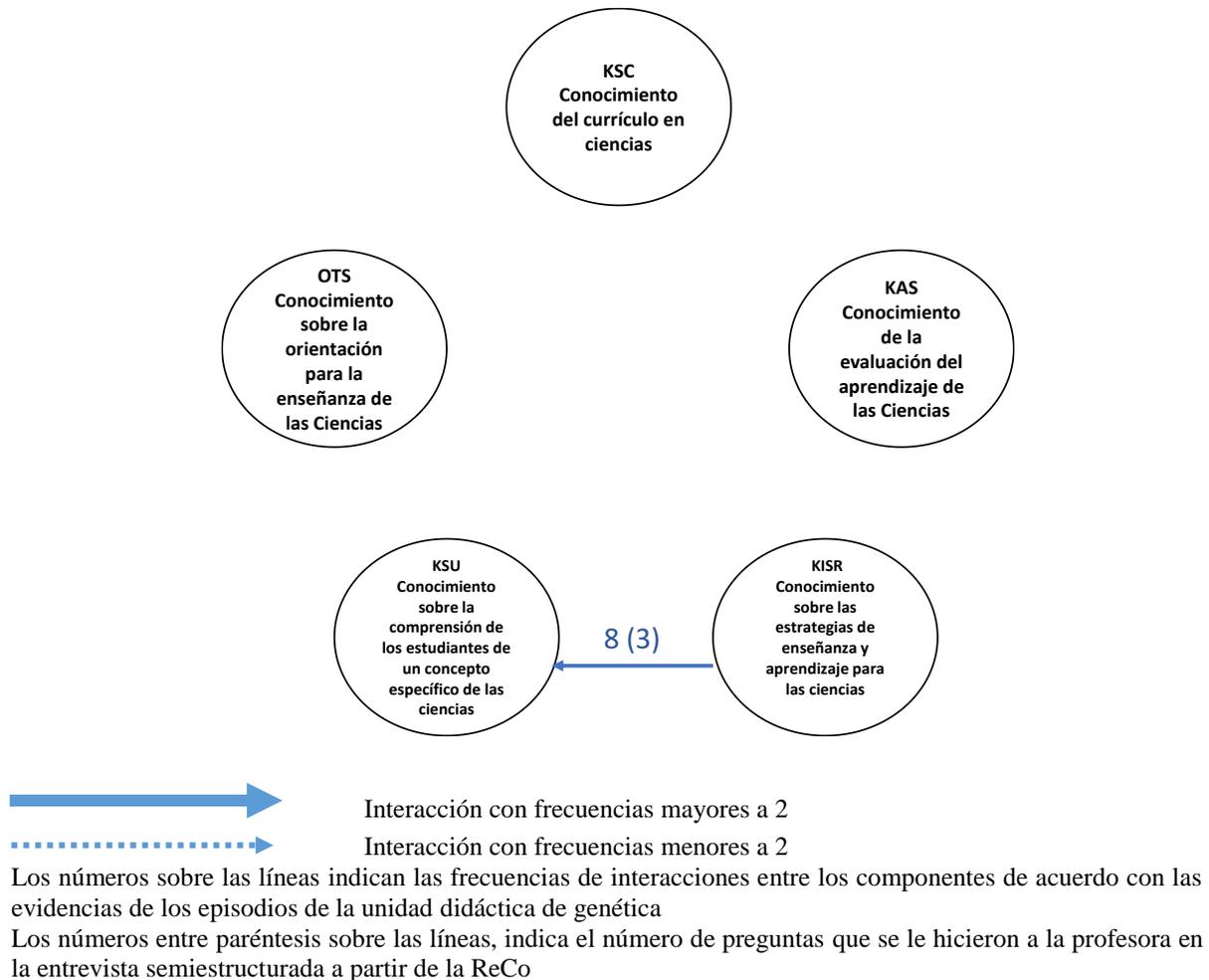
3	<p>P: ¿Con cuál va la A? La A siempre va con la T y la G con la C. Entonces ustedes en el renglón de abajo le van a poner la letra que tiene que ir al frente. Entonces acá tenemos Adenina ¿cuál ponemos?</p> <p>E2: La A [El estudiante 2 responde de manera incorrecta]</p>
4	<p>P: Vea estudiantes [se refiere a los estudiantes sordos], estuve conversando con la intérprete y con el modelo sobre la manera de cómo vamos a trabajar con ustedes de forma que, aprendieran ciencias, pero esto no se les volviera una carga porque sabemos que todos estamos aprendiendo y, a veces, estudiar en el colegio es difícil, los nuevos conceptos y todo, imagínense en la casa, ustedes están muy solitos. Entonces, ¡tranquilos! ¡calma! vamos a trabajar con tareas cortas muy sencillas, y ustedes van a trabajar muy juiciosos aprendiendo el vocabulario nuevo. El modelo nos va a estar colaborando enviándonos los vídeos con las palabras nuevas, el vocabulario nuevo, cómo es la seña, para que ustedes vayan practicando y a la par que van aprendiendo el vocabulario nuevo, vamos hacer tareas cortas y sencillas</p>
5	<p>P: ... Ustedes acá pueden ver en esta imagen que la Adenina siempre va con la Timina y que la Guanina siempre va con la Citosina ¿sí lo ven? ¡ahí está! siempre van la A con la T y la G con la C.</p>
6	<p>P: ...les voy a mandar esos vídeos para que ustedes practiquen. Les voy a mandar el video más largo que ya conocíamos que, antes habíamos visto en el salón, que este último que le puse para que repasen todo lo que vamos a empezar a ver de genética. Y el nuevo video para que también ustedes vayan acercándose un poco más a los conceptos de genética. Con esos dos vídeos de apoyo que ustedes se van a ir iban a hacer la tarea. Yo les voy a mandar por acá por el WhatsApp un documento de Word y ustedes los van a completar. Yo les voy a mandar las letras, las cuatro letras. Una sola fila de letras que va a corresponder a una cadena de ADN y usted va a completar la otra</p>
Descripción del Episodio	Fragmentos Episodio 2 ADN y Herencia [0:00:00-0:22:07]
7	<p>P: ... Vamos a hacer el con este que yo tengo [se refiere a la cadena de nucleótidos del ADN] ... Luego les voy a mandar a ustedes uno en colores y nuevo, para que desarrollen en su casa bien juiciosos y me lo van a devolver por WhatsApp. Le toman foto a la tarea y me la mandan. O si quieren hacerlo en Word, me lo mandan en Word. Pero lo pueden hacer a mano, fácil, en una hojita que tengan en la casa, bien organizado, que quede bien bonito, me lo mandan ... ¿listo?</p>
Descripción del Episodio	Fragmento Episodio 1 Genética -ADN [0:00:00-0:32:47]
8	<p>P: ... Cuando nos vamos encontrando, les vamos haciendo examen de vocabulario. Entonces vamos a ir practicando mucho el vocabulario, las palabras nuevas, mirando que ustedes sí estén aprendiendo</p>

De acuerdo con las evidencias de los fragmentos seleccionados se observa que la estrategia utilizada por la profesora para la enseñanza de la genética, está orientada hacia la comprensión de los estudiantes del concepto de la traducción de las proteínas. Las palabras y las frases clave se encuentran en negrita y se refieren a la definición que hace la profesora sobre las condiciones para trabajar, con el fin de que los estudiantes puedan comprender los conceptos en genética.

La Figura 7 muestra el resultado de cómo es la interacción entre estos dos componentes y la frecuencia con la que se evidenció en la matriz de acuerdo con los episodios de la unidad didáctica de genética y que fueron registrados en la Tabla 6.

Figura 7

Interacción y frecuencia entre el conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias – KISR y Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU construido a partir de los episodios.



Se observa que ocho (8) fragmentos de las transcripciones de los diálogos en el aula determinaron la intensidad o la frecuencia (Frecuencia: 8) con la que se corrobora las respuestas de la profesora a la pregunta ReCo (3) que muestran la dirección de la interacción entre los componentes *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-*

KISR como componente de origen y *el Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* como componente de destino.

Las palabras o ideas clave encontradas en estos fragmentos pudieron dar cuenta de lo expresado por la profesora en sus respuestas de la entrevista ReCo. Por ejemplo, en el fragmento 4 de este episodio (Tabla 6) se pudo comprobar lo manifestado por la profesora cuando dijo que la mejor forma de llegar a los estudiantes sordos, en tanto son muy visuales, es por medio de gráficas y que se les debía explicar a través de su lengua nativa.

Para la profesora es importante que los estudiantes sordos comprendan estos conceptos en particular y por eso requiere de estrategias gráficas, videos y ayudas visuales y que sus estudiantes tengan un amplio vocabulario de los mismos en lengua de señas:

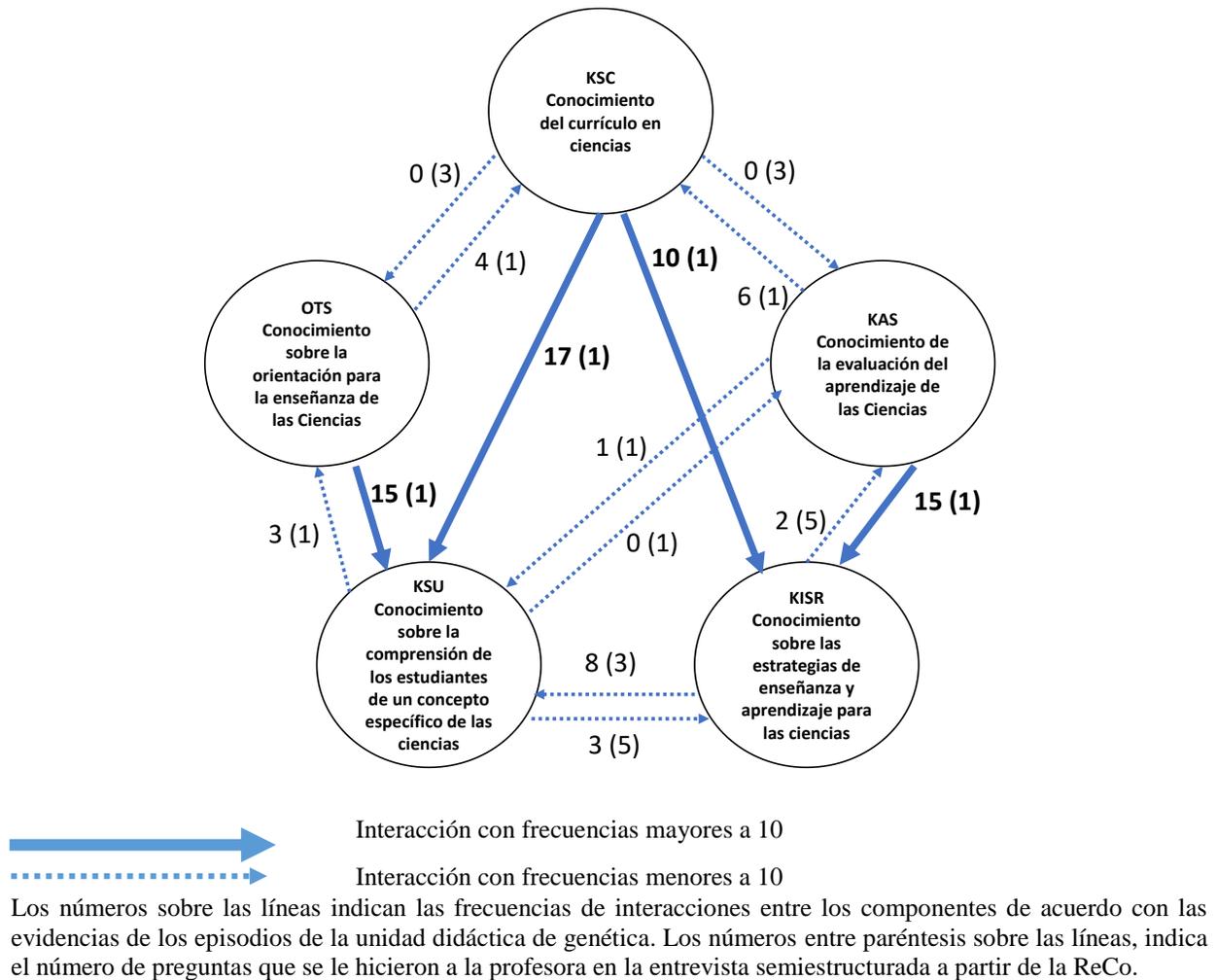
Fragmento de la entrevista ReCo [00:21:22-00:24:25]

P: [Se refiere al modelo lingüístico] “... Él es quién nos ayuda a valorar el proceso de comprensión. Ya que también es nativo en la lengua de señas ...”

Este mismo procedimiento se realizó con todos los componentes del PCK hasta obtener el mapa completo a partir de los episodios de la unidad didáctica de genética (Figura 8)

Figura 8

Mapa del PCK de la profesora construido a partir las evidencias de los episodios de la unidad didáctica de genética.



Con este nuevo mapa del PCK, construido a partir de las evidencias de los episodios, se pudieron observar algunas diferencias con respecto a las interacciones que observadas en el mapa realizado a partir de la entrevista ReCo. Por ejemplo, para el caso de la interacción entre el componente de origen: *el Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto*

específico de las ciencias-KSU y el componente de destino: *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS*, no hubo evidencia en el aula de clase de la dirección de esta interacción (Figura 9) a pesar de que en el mapa del PCK construido a partir de la entrevista ReCo sí hubo una evidencia específica como se registra a continuación:

Fragmento de la entrevista ReCo [00:10:37-00:10:50]

P: [Se refiere a los conceptos en genética] “...*Tratamos de iniciarlo como un juego, con la célula, ellos poniendo las señas, ... ellos contando qué hace cada uno, ... y les hacemos exámenes que no parecen exámenes, ... ¡pero los estamos evaluando!*”

Por otro lado, en la Figura 8 se muestra cómo el componente del PCK: *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*, se direcciona con altas frecuencias hacia otros dos: el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* (Frecuencia: 17) y hacia el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* (Frecuencia: 10)

Además, las evidencias encontradas en los episodios, muestran también que el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* se direcciona con una alta frecuencia (Frecuencia: 15) hacia el componente del *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* y que el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias OTS* se direcciona hacia el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* con alta frecuencia (Frecuencia: 15)

La construcción del mapa del PCK con las respuestas ReCo y el análisis a profundidad de cada uno de los episodios de la unidad didáctica de genética permitió contestar a la pregunta ¿cuál es la naturaleza de la integración de los cinco componentes del PCK en la práctica docente de esta profesora de Ciencias Naturales, que ha tenido que realizar adaptaciones de estrategias de enseñanza para estudiantes sordos? A continuación, se describirá el análisis detallado para responder a la pregunta sobre esta integración.

3.4.4.4. Resumen de las fases del proceso metodológico

Los procedimientos metodológicos que se describieron se pueden ubicar en cinco (5) fases importantes, las cuales se resumen en la Tabla 7. En esta tabla, se relacionan los objetivos propuestos con las preguntas de investigación y con las fases del proceso metodológico.

Tabla 7.

Relación de objetivos y preguntas de la investigación con las fases metodológicas

Pregunta de Investigación	Objetivo General	Preguntas subsidiarias	Objetivos específicos	Fases de la Metodología
¿Cuál es la naturaleza de la integración de los cinco componentes del PCK en la práctica docente de una profesora de Ciencias Naturales, que ha tenido que realizar adaptaciones de estrategias de enseñanza para estudiantes sordos?	Potenciar la conceptualización actual del PCK desde una perspectiva de la enseñanza para estudiantes sordos.	¿Cuál de los componentes del modelo del PCK de la profesora de Ciencias Naturales, se activa con más fuerza para caracterizar su conocimiento?	Identificar el componente del modelo del PCK que se activa con mayor fuerza para caracterizar el conocimiento de la profesora en el área de las Ciencias Naturales, en tanto responde a necesidades de los estudiantes sordos.	Fase I. Acercamiento con la profesora de Ciencias Naturales.
		¿Cuál de los componentes de su PCK dirige con mayor influencia su práctica docente para el desarrollo de nuevas formas de enseñanza, en especial para estudiantes sordos?	Interpretar la interacción de los componentes del PCK que dirigen la práctica docente	Fase II. Observación de las clases y recolección de la información. Fase III. Aplicación de la Representación del Contenido-ReCo para caracterizar y construir el mapa del PCK de cada uno de los agentes educativos
				Fase IV. Análisis de transcripción y sinopsis-Construcción del mapa del PCK de cada uno de los agentes educativos

¿Cuál es la mayor contribución de los hallazgos encontrados en esta investigación que potencialice la conceptualización del PCK?	Contribuir con las nuevas conceptualizaciones del PCK mediante los hallazgos obtenidos en esta investigación	Fase V. Descripción de la relación de los hallazgos encontrados sobre el desarrollo del PCK de la profesora en un contexto con estudiantes sordos con el Modelo Consensuado Refinado-MCR del PCK
--	--	--

3.4.4.5. Integración de los cinco componentes del PCK en la práctica docente de la profesora de ciencias naturales

Para conocer la integración de los cinco componentes del PCK de la profesora que participó en esta investigación, se procedió a realizar la primera fase de la investigación mediante el acercamiento a la profesora de Ciencias Naturales. Durante esta intervención se evidenció que, para llevar a cabo la enseñanza de una unidad didáctica para los estudiantes sordos se usa el modelo de educación bilingüe bicultural.

Este modelo permite al sordo la adquisición de dos lenguas: la lengua de signos de la comunidad sorda y la lengua oral de la comunidad oyente. De este modo, proporciona un contacto con las dos comunidades lingüísticas y fomenta la necesidad de aprender y usar ambas lenguas.

3.4.4.6. La interacción de la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico como base de las decisiones para la enseñanza a estudiantes sordos.

En consideración al modelo de educación bilingüe bicultural en Colombia, se requirió incluir en la investigación a la intérprete, quien cuenta con conocimientos amplios de la Lengua

de Señas Colombiana - LSC y que, de manera simultánea, puede realizar interpretación del español hablado en la Lengua de Señas y viceversa.

También se incluyó al modelo lingüístico, quien modela para los estudiantes oyentes y sordos los diferentes conceptos y procedimientos de las ciencias naturales, en expresiones y en señas que se relacionen con la LSC. Este último tiene la ventaja de tener implícitamente el conocimiento de ser y vivir como sordo y, por ello, es capaz de transmitir y manifestar el sentido y significado de los contenidos, de acuerdo con sus comunicaciones cotidianas.

Ambos, hacen parte de la comunidad educativa y, como tal, se constituyen en agentes educativos relevantes. Las entrevistas biográficas permitieron hacer los perfiles de los agentes educativos en la enseñanza de la unidad didáctica de genética a estudiantes sordos que se describen en la Tabla 8.

Tabla 8.

Perfiles de los agentes educativos en la enseñanza de la unidad didáctica de genética

	PROFESORA	MODELO	INTÉRPRETE
Codificación	P	M	I
Género	Femenino	Masculino	Femenino
Nivel de educación	Maestría	Media Secundaria	Estudiante pregrado
Área del saber	Biología y Educación	N/A	Lic en Lenguas extranjeras
Años de experiencia en su labor	12	22	12
Grados de escolaridad en los que ha enseñado	Grados de 6 a 11	Grados de 6 a 11	Grados de 6 a 11
Áreas en las que ha enseñado	Ciencias Naturales Sociales Tecnología	LSC Artística Matemáticas Ciencias Naturales	Ciencias Naturales Ed. Física Filosofía y sociales Religión



Ilustración realizada por: Ana María Lotero Vásquez

CAPITULO IV

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de los objetivos planteados. Las discusiones se basan en el componente del PCK de la profesora de Ciencias Naturales -en un contexto de educación inclusiva- que se activó con más fuerza para caracterizar su conocimiento y su influencia en los otros componentes del PCK. También se muestran resultados relacionados con los componentes del PCK de la profesora que más tienen influencia sobre su práctica docente.

En consideración al modelo bilingüe bicultural para la enseñanza de los estudiantes sordos, se muestra la correlación que existe entre el PCK de la profesora y los dos agentes educativos que participan en la enseñanza de los estudiantes sordos: Modelo lingüístico y la intérprete.

Finalmente, a partir del Modelo Consensuado refinado se brinda una contribución a la conceptualización del PCK, en tanto tales agentes apoyan el PCK individual de la profesora en este contexto con estudiantes sordos.

4. Resultados y Discusión

La entrevista biográfica realizada para tener un acercamiento con la profesora de Ciencias Naturales y con los dos agentes educativos: modelo lingüístico e intérprete, permitió reflexionar y profundizar la vida de cada uno de ellos en el ámbito de la inclusión. Lo anterior, conllevó a unas respuestas profundas en donde relataron, desde la perspectiva de la educación inclusiva, momentos importantes de sus vidas y situaciones de sus labores actuales como personas sustanciales en los procesos de enseñanza a estudiantes sordos.

Estas entrevistas biográficas revelaron cuatro categorías emergentes y que son compartidas entre los participantes: 1. Relación profesora-intérprete-modelo, muestra la importancia del rol que juegan cada uno de ellos en este conjunto colaborativo en un aula con estudiantes sordos; 2. Sensibilización, que puede explicar aspectos de situaciones efectivamente vividas por ellos que, tal vez, hayan propiciado una sensibilización social frente al tema de educación inclusiva; 3. Motivación para la Inclusión, que muestra el interés en el ámbito laboral para hacer adaptaciones en el currículo para estudiantes sordos y 4. Enseñanza sin barreras, que evidencia la actitud para planificar estrategias que se puedan implementar en los procesos de enseñanza y de aprendizaje a estudiantes sordos (Tabla 8)

Tabla 8

Evidencia de categorías emergentes de las entrevistas biográficas.

CATEGORÍAS EMERGENTES			
RELACIÓN PROFESORA- INTÉRPRETE Y MODELO LINGÜÍSTICO	SENSIBILIZACIÓN	MOTIVACIÓN PARA LA INCLUSIÓN EN EL ÁMBITO LABORAL	ENSEÑANZA SIN BARRERAS
PROFESORA			
<p>Inv cuando llegó a la institución educativa, ¿... sintió miedo de enfrentarse por primera vez a un grupo? [de estudiantes sordos]</p> <p>P: ... el modelo educativo para los sordos es el modelo lingüístico, con una mediación lingüística. Entonces uno va a enseñar ciencias naturales, pero al lado tiene su intérprete de lengua de señas colombiana. Para ese momento, no habían contratado a los intérpretes de lengua de señas colombiana, entonces yo me tuve que ir sola para clase y yo no sabía lengua de señas colombiana.</p> <p>Posteriormente, llegan los intérpretes [se refiere a intérprete y modelo lingüístico] y es aprender a trabajar con otra persona, ... es que yo no estoy acá sola y ... es la transmisión del mensaje. O sea, el mensaje que yo creo transmitir pasa por mi compañero, antes de llegar al estudiante. Entonces es algo complejo, aprender a trabajar con mi compañera intérprete.</p>	<p>Inv ¿Usted estaba apasionada, previo al llegar a esa institución? O ¿qué fue lo que le causó esa pasión?</p> <p>P: yo tengo una tía sorda y ella nunca fue a la escuela. Ella no conoce la lengua de señas colombiana, sino una lengua de señas natural que se fue creando en la familia, pero con ciertas cosas básicas. ... Con mi tía no se puede hablar de literatura, ni de ciencia, solo se habla de las cosas de la vida diaria, de lo cotidiano, de los alimentos, de lo que están mostrando en las noticias, de los familiares. Entonces, es un discurso muy diferente. ... Con esa manera de comunicación, se me hacía fácil dialogar con ella. Pero un día me estaba leyendo un libro y yo estaba muy interesada y por ello, pasaba muchas horas en la lectura de esta novela. Así que ella me preguntó: “¿qué es lo que dice ahí? ¿usted por qué lee tanto tiempo? ¿por qué pasa tantas horas ahí? ¿no le duele la cabeza? ¿qué dice ahí? ... Esa novela, de Marcel Proust, es muy compleja de explicarle a ella y, además, porque había un componente de homosexualidad y de otras cosas más. También, por la manera de escribir del autor.</p>	<p>Inv ¿... usted tuvo otras asignaturas? o ¿solamente te dedicaste a ciencias naturales?</p> <p>P: ...la ciencia, el desarrollo de competencias científicas, la parte experimental ..., es demasiado complejo y se invierte muy poco. No todas las instituciones educativas públicas tienen un buen laboratorio, que esté bien equipado, donde se pueda hacer una práctica de ciencias naturales, en donde se tengan herramientas y todos los elementos que necesitan para hacer una buena práctica con los estudiantes. Entonces eso es una limitante muy grande, porque las ciencias naturales tienen un componente de experimentación muy alto, que permite también evidenciar todo lo que le estamos contando a los estudiantes en la teoría.</p>	<p>Inv ¿... cuéntame si tienes aprendizajes de ellos [se refiere a los estudiantes sordos] o si todavía después de todo este tiempo observas diferencias y semejanzas entre los estudiantes que son sordos y no lo son, ... si los has querido involucrar a todos en una misma aula?</p> <p>P: ... la práctica pedagógica me tocó transformarla totalmente... cambiar mi manera de enseñar. Pero esos cambios y adecuaciones que tuve que hacer, fortalecieron mi práctica. Yo enseño los mismos contenidos a estudiantes sordos y oyentes.</p> <p>Obviamente, con las adecuaciones que hay que hacer para los estudiantes sordos. Pero yo siempre he pensado que ellos tienen el mismo derecho al aprendizaje y al desarrollo de competencias científicas que los estudiantes oyentes.</p>

MODELO LINGÜÍSTICO

Inv ¿Qué formación universitaria tiene?

M: [Comenta sobre la importancia de una intérprete el proceso como estudiante sordo] ...Sólo, por mi cuenta, fue muy difícil, pero gracias al apoyo al acompañamiento que me dio el intérprete y el docente en el aula, por mi rol de modelo, ahí fue que empecé a entender el español y se lo pude transmitir y ser modelo para las personas sordas, para mis estudiantes sordos y ahí fue donde yo empecé.

[Sigue respondiendo a la pregunta sobre su formación universitaria y comenta sobre la importancia de la sociedad en su propio proceso de sensibilización]

M: ... En el caso de mis papás, ellos me hablaban y les agradezco mucho a los dos lo que hicieron por mí y por la educación en la que me formaron. Por eso, el profesor vio que yo podía oralizar muy bien, entonces sugirió enviarme para un colegio de oyentes. Entonces, sin saber nada me integraron en un colegio de oyentes, yo era la única persona sorda y me entró mucho miedo, muchos temores. Me preguntaba: ¿Por qué me mandaron para acá? ¿por qué estoy acá? ... Posteriormente fui a la universidad, pero no había accesibilidad para nosotros. No había una forma de poder entrar y, en general, en ninguna universidad porque el gobierno no tenía un convenio, no tenían intérpretes, ... era muy difícil. En general, la sociedad y las universidades no han abierto esos espacios para las personas sordas. ... Sin embargo, todos los oyentes en general, jóvenes mayores estaban muy abiertos para apoyarme y acompañarme en este proceso, para yo poder avanzar muy rápidamente.

Inv ¿En la I.E. lo pusieron en esas áreas o usted seleccionó? [Se refiere a áreas diferentes a las de ciencias naturales]

M: ... Personalmente, me encanta ciencias y los sordos, en ese aspecto, han mejorado y crecido mucho en el conocimiento del área de ciencias naturales. Lo anterior, porque los conceptos los comprendo y se los puedo facilitar a ellos. Yo sé cómo explicarles qué significa y ya no sé si ellos pasen a una universidad y lo vayan a entender bien. Pero si aquí en la institución entienden bien los conceptos de ciencias, yo sé que en la universidad los van a entender mejor, los van a profundizar más. ... yo me concentro y me enfoco, no en las temáticas de los conceptos y la ciencia general, sino en la lengua de señas colombiana. Mi enfoque está en brindarle a los estudiantes sordos la información en lengua de señas y que los conceptos lo entiendan en su primera lengua. Ese es mi rol.

Inv ¿usted cree que es muy difícil estudiar ciencias naturales?

M: ... estudiantes sordos ..., a veces, sienten miedo dentro de sí mismos. ... Los sordos creen que los oyentes tienen mejores capacidades y hasta yo también me lleno de negatividad. En el caso de los sordos piensan que para qué escribir o entregar una tarea por escrito. Pero yo me pongo a pensar y veo que a los oyentes también les va mal porque también pierden la materia, les va mal. ... En conclusión, la culpa no es porque no escuchas sino la manera de enseñar. En el caso de los sordos, son más visuales y en el caso de los oyentes son más auditivos y, por lo tanto, hay que buscar esa forma de aprendizaje y saberles llegar por ese medio. Finalmente, yo veo que tienen mucha capacidad, pero se llenan de miedo. Así mismo sucede con los oyentes.

IINTÉRPRETE

Inv: ¿y cuando llegó a la institución educativa le asignaron los cursos de ciencias naturales específicamente o varios grupos?

I: ...Cuando yo llegué me pusieron ciencias de noveno y en esa época también la profe llegó nueva. Llegamos juntas y empezamos a trabajar con los estudiantes de noveno. Con ellos hicimos un trabajo muy bueno en Ciencias Naturales, creamos vocabulario, ... hicimos un canal en YouTube. ...Ahí empezamos a hacer un trabajo muy fuerte con muchos videos del ARN, ... de la genética, ... de los alimentos transgénicos, ... muchos videos. Todos los temas de ciencias de noveno lo subíamos a YouTube. También he trabajado [ciencias con otros docentes]. Con ella, [se refiere a la profesora de ciencias naturales] casi siempre hemos trabajado de ciencias de noveno, décimo y once ...

Inv ¿hay algo que tengas por agregar de tu vida laboral? ¿alguna experiencia adicional que quieras resaltar?

I: ... Muy rico contar con docentes que realmente estén dispuestos a esos cambios y que se abran y que digan. “! vamos a trabajar con sordos!” “! vamos a hacerlo con el corazón!” ...que ellos realmente si entiendan dónde están parados, que no sea llenarlos de conceptos, sino que el concepto que le vas a dar lo entiendan ellos y ¡ya! De ahí se sigue muy fácil con otro, pero a veces es solamente como llenar tableros y llenarlos de información y ellos no leen, no le entienden y así es muy complicado. Me encanta trabajar ciencias con sordos y espero que los docentes entiendan esas situaciones de los sordos que son como niños chiquitos que hay que explicarles cosita por cosita y con dibujos y plastilina y tizas ... es la única forma que ellos entienden. No soy pedagoga ni nada, pero desde mi rol de intérprete veo las cosas así.

Inv ¿Cómo llegó a esta labor?

I: ... Con los sordos me comunicaba con ellos y me defendía. Entonces llegué ahí para ejercer el rol de intérprete de lengua de señas colombiana y luego me tocó aprender señas del colegio, de un contexto más educativo, aprender cómo manejar un rol muy diferente a lo que yo hacía en la congregación. Era interpretar otro tipo de situaciones y me ponían materias, entre ellas ciencias naturales, química, física. ... me tocó sentarme a estudiar para entender el significado de los conceptos y darle el sentido de la oración ... Es mucho la actitud del docente más que barreras. También hay muchos estudiantes sordos que llegan muy tarde a la escuela y no han adquirido bien la lengua de señas. En este caso, toca bajar un poco el nivel de la lengua de señas y adaptarla para que ellos la entiendan mejor, de tal manera que no sea tan técnica tan, profesional y elevada porque entonces ellos se pierden.

Inv ¿Usted cree que hay barreras en el proceso de aprendizaje de los estudiantes en ambas áreas? ¿Por qué?

I: ... entonces a uno le tocaba hablarles, oralizarles para que ellos entendieran la clase y los profesores pudieran tratar de adaptarse a ellos. Sin embargo, veo que el aprendizaje es igual para todos, sin barreras.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con los de algunos autores, que indican que la educación a estudiantes sordos debe ser un trabajo colaborativo e interactivo en el aula de clase (Clark, et al 2021; Rodríguez et al, 2019; Trejo y Martínez, 2021) y que es necesario

hacer transformaciones en la práctica pedagógica con respuestas educativas que favorezcan la diversidad cultural y lingüística de las personas sordas en donde la lengua de señas colombiana es su primera lengua.

La propia reflexión del profesor debe ayudar a generar estrategias nuevas desde el enfoque del modelo de educación bilingüe bicultural (Herrera & Calderón, 2019). Sin duda, la profesora, el modelo y la intérprete son agentes importantes en el proceso de enseñanza de la unidad didáctica de genética a estudiantes sordos, en tanto se preocupan por innovar estrategias de enseñanza en sus prácticas con gran potencial transformador.

La caracterización de los componentes del PCK en los tres agentes educativos es de gran importancia para analizar la enseñanza de la genética a estudiantes sordos a partir de las contribuciones de conocimientos y de experiencias de enseñanza conjunta dentro de este tema en particular. Es decir, indagar si los PCK de cada uno de ellos están articulados de manera especializada para la enseñanza a estudiantes sordos. En esa misma línea, Carlson y colaboradores (2019) indicaron que lo más importante de un conocimiento conjunto es que se puede compartir y articular de tal manera que fomente las conversaciones entre investigadores, profesores y otros profesionales de la educación.

Para comenzar y en consideración al objetivo de esta investigación de potenciar la conceptualización actual del PCK desde una perspectiva de la enseñanza para estudiantes sordos, en este apartado se muestra un análisis del PCK de la profesora en el área de las Ciencias Naturales, con el fin de identificar el componente del modelo del PCK que se activa con mayor fuerza para caracterizar su conocimiento. Asimismo, se interpretará la interacción de estos componentes del PCK que dirigen su práctica docente.

De igual manera se muestra el mismo análisis para los dos agentes educativos: Intérprete y Modelo lingüístico, cuyos hallazgos permitieron contribuir a las nuevas conceptualizaciones del PCK en el marco del Modelo Consensuado Refinado MCR en un contexto de educación inclusiva.

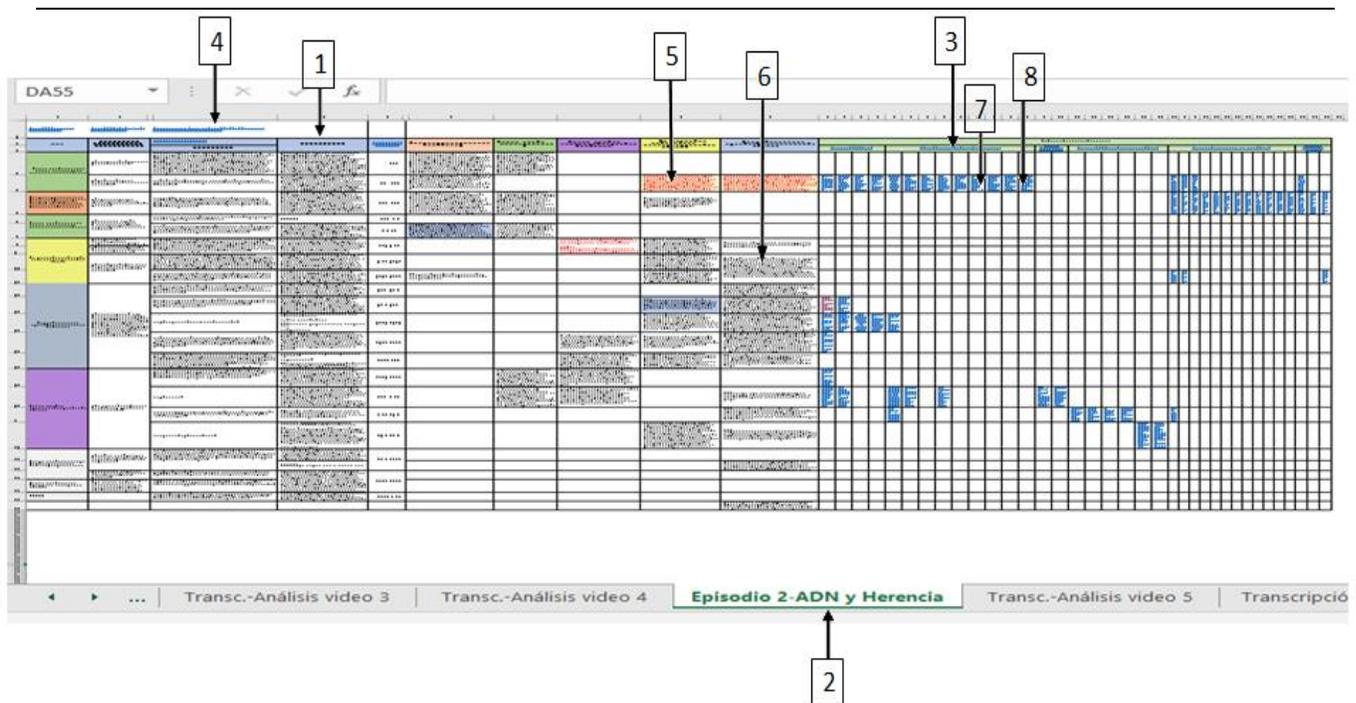
4.1. *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*: componente del PCK de la profesora de Ciencias Naturales que se activó con más fuerza para caracterizar su conocimiento.

Para poder identificar el componente del PCK que se activó con mayor fuerza se requirió analizar el mapa construido a partir de las respuestas ReCo y del análisis a profundidad de cada uno de los episodios de la unidad didáctica de genética. Este mismo análisis se hizo para la intérprete y el modelo lingüístico, quienes estuvieron presentes durante la planeación, desarrollo y evaluación de la unidad didáctica de genética.

Como se mencionó anteriormente, la matriz permitió elaborar de una manera más precisa los mapas no sólo de todos los episodios, sino también el paso a paso de cada uno de ellos. Para explicar cómo se construyó el mapa del PCK a partir de la entrevista ReCo y de la intervención de la profesora en todos los episodios de la unidad didáctica de genética se tomaron como ejemplo las evidencias del componente que más interacciones tuvo con otros, en este caso corresponde al *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*, el cual interacciona fuertemente con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y con el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*. La Tabla 9 muestra algunos de los fragmentos que brindan información de estas interacciones entre los componentes en mención.

Tabla 9.

Ejemplo de la construcción del PCK de la profesora a partir de las entrevistas ReCo y de las transcripciones de la intervención de la profesora en los episodios de la unidad didáctica en genética



EVIDENCIAS DE LAS INTERACCIONES ENTRE LOS COMPONENTES A PARTIR DE LA ENTREVISTA ReCo (5 Y 6) Y EN CADA UNO DE LOS EPISODIOS (7 Y 8)

Interacción entre los componentes: Conocimiento del currículo en ciencias-KSC direccionado hacia la Comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU, (5)

CÓDIGO DE LA PROFESORA		P
Entrevista ReCo	Episodios	
	Duración del fragmento	
Investigadora (I): <i>¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar?</i>	Episodio 1 Genética-ADN [0:00:00-0:32:47]	Fragmento 1 [0:00:00-0:32:47] ... Bueno estudiantes, [Se refiere a los estudiantes] ...entonces ahí estamos viendo cómo las características de los individuos dependen de la información genética que heredaron de sus papás. Toda esa información está contenida en las moléculas de ADN. ¿De dónde
Fragmento 1 [0:00:00-0:32:47] ... los contenidos, dependen de los		

lineamientos nacionales y, desde las ciencias naturales, contamos con el plan de área establecido en donde tenemos la secuencia que debemos seguir. Entonces de acuerdo con ese plan, hay unos aprendizajes, que se relacionan con los derechos básicos de aprendizaje.

sacamos nosotros las moléculas de ADN? Esas moléculas de ADN estaban en el óvulo y el espermatozoide que venían de nuestros papás... de nuestra mamá, el óvulo, de nuestro papá el espermatozoide. [La profesora brinda espacios prudentes para que la intérprete termine de explicar].

Fragmento 2 [0:00:00-0:32:47]

... Antes, en clase, vimos que el ADN está dentro del núcleo celular y que el ADN está formado por dos cadenas de unas moléculas que, nosotros identificamos con unos nombres y le hemos asignado unas señas.

Fragmento 3 [0:00:00-0:32:47]

... Acá tenemos la Adenina representada en color verde y se le une la Timina que está en color amarillo. Y en el otro caso, tenemos la Guanina que está en color azul y se une con la Citosina que está en color rojo. Entonces siempre Adenina va Unido con Timina y Guanina va unido con Citosina

Fragmento 1 [0:00:00-0:32:47]

...Hoy vamos a hablar de problemas genéticos o de condiciones genéticas. Por ejemplo, el síndrome de Down. ¿Por qué se da el síndrome de Down? porque al momento de la formación del bebé, se van tres cromosomas del número 21. Entonces hoy vamos a mirar bien el genoma humano, vamos a mirar de a cuántos cromosomas debemos tener y qué pasa cuando esa la cantidad de cromosomas se modifica.

Fragmento 2 [0:03:50-0:05:34]

Investigadora (I): ¿Qué deseaba que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?

Fragmento 2 [0:00:00-0:32:47]

...La genética nos permite comprender por qué nuestro organismo está fallando, por qué pasan cosas. En el caso de los estudiantes con discapacidad les permite comprender el origen de su discapacidad...

Episodio 2 ADN y Herencia [0:00:00-0:22:09]

... Entonces miren estudiantes que A va con T y G va con C, esas son las parejitas que ustedes tienen que completar. Siempre, A con T y G con C ...siempre [se refiere a los nucleótidos del ADN]. Eso es lo que va a formar la doble hélice de ADN. Entonces acá, es donde tienen que completar, usted tiene que poner al frente la letra que falta. Entonces... [sonido imperceptible de un estudiante] ...acá para esta T, tenían que poner A. Sigue la G, entonces aquí [se refiere a una imagen sobre apareamiento de nucleótidos] ¿Cuál le ponemos?

Fragmento 3 [0:00:00-0:32:47]

¿Si ven como es de fácil? Muy fácil, al frente de cada letra poner la compañera. Siempre, siempre van juntas... ¿quiénes? la A con la T y la G con la C: Adenina con Timina, Guanina con Citosina ...

Episodio 6
Relación herencia y el ambiente [0:00:00-0:34:40]

Fragmento 1 [0:00:00-0:32:47]

Les estaremos mandado videos y cosas [se refiere a más material de trabajo gráfico] para que ellos vean bien...

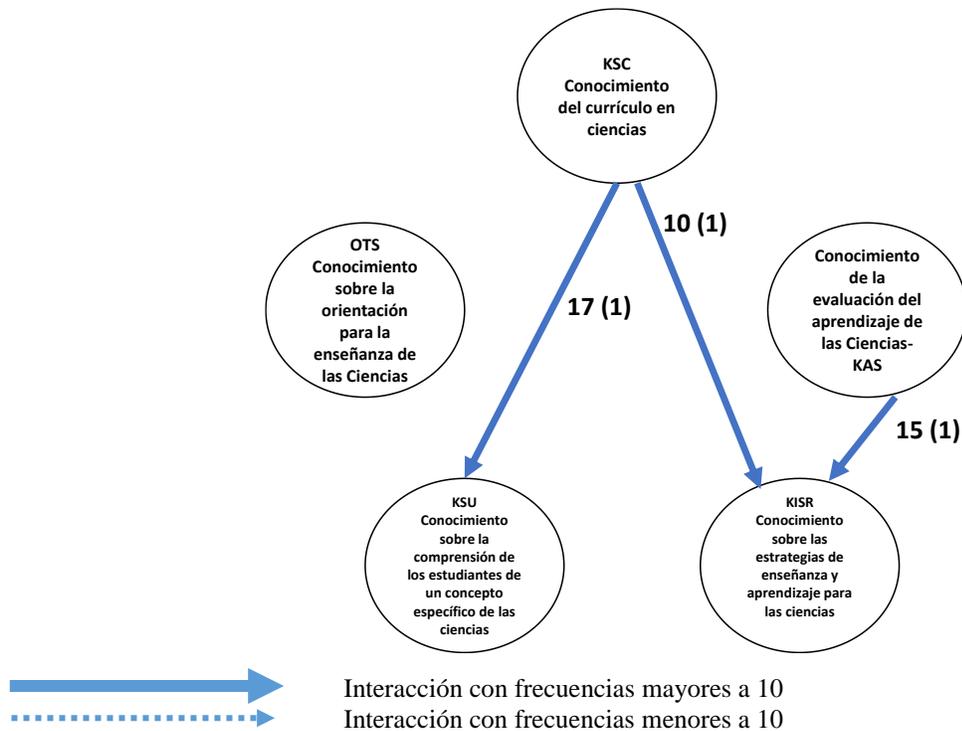
Interacción entre los componentes: Conocimiento del currículo en ciencias-KSC direccionado hacia las Estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias -KISR (6)

<p>Investigadora (I): <i>¿Qué deseaba que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?</i></p>		<p>Fragmento 1 [0:00:00-0:32:47]</p> <p>[P refiriéndose a la Intérprete] ... <i>Les voy a mostrar una imagen, para que ellos recuerden un poquito para refrescarles la memoria sobre el ADN.</i></p>
<p>Fragmento 1 [0:00:00-0:32:47]</p> <p><i>En noveno, dejamos todo el insumo para ciertas cosas que necesitan en los grados superiores: décimo y once. Por ejemplo, lo que tiene que ver con la epigenética nos preguntamos: ... ¡bueno listo, mi genoma hace esto!</i></p>		<p>Fragmento 21 [0:00:00-0:32:47]</p> <p><i>... Entonces ahí tenemos la imagen. ¿Qué tenemos? Entonces son dos cadenas, una va al frente de la otra y se unen a través de enlaces químicos y esos enlaces siempre se va a unir: la Adenina, va a ir unida con la ... Timina.</i></p>
<p>Investigadora (I): <i>¿Qué deseaba que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?</i></p>	<p>Episodio 2 ADN y Herencia [0:00:00-0:22:09]</p>	<p>Fragmento 3 [0:00:00-0:32:47]</p> <p><i>Ahí entró [P muestra un video en donde hay unión de núcleos]. Entonces, en el núcleo van a quedar ese material genético, los 23 cromosomas de papá y los 23 cromosomas de mamá</i></p>
<p>Fragmento 2 [0:00:00-0:32:47]</p> <p><i>... ¿pero de qué depende que él lo pueda hacer?</i></p>		<p>Fragmento 4 [0:00:00-0:32:47]</p> <p><i>Vayan y los miran y ahí ven otra vez repasan toda la información que hemos visto, todo lo del ADN y cómo está compuesto el ADN. Vayan le dan click y van y buscan en YouTube para que puedan practicar y puedan seguir repasando en casa...</i></p>
<p><i>Entonces ahí empezamos a integrar los factores ambientales, lo que tiene que ver con la alimentación, la contaminación, ... todas las interacciones que se dan entre nuestro genoma y otras sustancias ... y hasta factores de la vida: el estrés y otras situaciones. Entonces, lo que hacemos es prepararlos a ellos para que tengan un nivel más alto de comprensión de otros procesos biológicos.</i></p>		<p>Fragmento 5 [0:00:00-0:32:47]</p> <p><i>¿Entonces qué tenemos acá? [P muestra la imagen de un cariotipo humano] ... En este ejemplo tenemos, que para un ser humano que estamos representando en rojo los que le dio el papá y en azul los que le dio la mamá [Se refiere a los cromosomas] ...</i></p> <p>Fragmento 1 [0:00:00-0:32:47]</p> <p><i>Acá en rosadito vemos que este es un cariotipo de una mujer. En el cromosoma número 23 cromosomas vamos a encontrar que hay dos cromosomas X. Un cromosoma X venía en un espermatozoide y otro cromosoma X venía en el óvulo, se unen y da como resultado ... ese bebecito se va a desarrollar como una mujer.</i></p>

A partir de los análisis de cada una de las evidencias, incluyendo las que se encuentran en la Tabla 5, se construyó el mapa del PCK de la profesora. Con todas las evidencias registradas en la matriz se pudo establecer la frecuencia de cada una de estas interacciones, mostrando que el componente que se activó con más fuerza fue el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* (Figura 9)

Figura 9

Conocimiento del currículo en ciencias-KSC: Componente del PCK de la profesora que se activa con mayor fuerza y su interacción con el conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU y con el conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR.



Interacción con frecuencias mayores a 10
 Interacción con frecuencias menores a 10

Los números sobre las líneas indican las frecuencias de interacciones entre los componentes de acuerdo con las evidencias de los episodios de la unidad didáctica de genética. Los números entre paréntesis sobre las líneas, indica el número de preguntas que se le hicieron a la profesora en la entrevista semiestructurada a partir de la ReCo.

La literatura internacional da cuenta de varios estudios relacionados con la caracterización del PCK de profesores de diferentes áreas curriculares (Ravanal & López-Cortes, 2016; Schmelzing *et al.*, 2013; Park & Chen, 2012; Loughran, *et al.*, 2012). En el caso concreto de la enseñanza de las ciencias existen estudios en donde se evidencia que las dimensiones del PCK que más se activan son las relacionadas con el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS*, el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* (Parra *et al.*, 2018; Suh & Park, 2017).

Sin embargo, para esta investigación el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* fue el que mostró más fuerza en su práctica docente y por ello, el mapa se realizó a partir de este componente, en vez de construirse a partir del *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS*, como es lo habitual que se reporte en la literatura (Figura 9)

4.1.1. El Conocimiento del currículo en ciencias-KSC: un componente relevante para la enseñanza a estudiantes sordos.

En consideración a que la enseñanza de las ciencias naturales es un área del saber que requiere de un conjunto de conocimientos fundamentales, los lineamientos curriculares son una herramienta necesaria para llevar a cabo las prácticas educativas.

Cuando un profesor enseña contenidos los trata de transformar en representaciones didácticas, lo cual indica que está pasando de la lógica de la disciplina a la lógica de quien aprende. Esto lo realiza el profesor cuando se pregunta qué caracteriza el currículo, para qué enseña, qué modelos emplearía, cuáles estrategias usaría para la enseñanza y cómo aprenden sus estudiantes (Shulman, 1986, 1987).

Los resultados de esta investigación muestran que, efectivamente, la profesora se apoya fuertemente en el currículo con el fin de orientar su enseñanza a las necesidades y potencial de los estudiantes sordos y, además, para enfocar el aprendizaje con la realidad. Una evidencia de lo anterior, se observa cuando la profesora responde a las preguntas sobre ¿cuáles eran los contenidos de genética que planeaba enseñar y el por qué era importante que los estudiantes conocieran estos temas específicos en genética?

Fragmento de la entrevista ReCo [00:02:06-00:03:50]

“... los contenidos, dependen de los lineamientos nacionales y, desde las ciencias naturales, contamos con el plan de área establecido en donde tenemos la secuencia que debemos seguir. Entonces de acuerdo con ese plan, hay unos aprendizajes, que se relacionan con los derechos básicos de aprendizaje. Por ejemplo, los temas de principios de genética mendeliana, posmendeliana, molecular, procesos de síntesis, transcripción y traducción de proteínas, lo relacionamos con otras situaciones que tienen que ver con ciertas condiciones genéticas y tratamos de buscar qué ha pasado en la actualidad con estos temas, qué hay nuevo, qué se está produciendo, qué está haciendo la ingeniería genética, cómo la genética ha permeado la medicina y otras áreas del conocimiento, cómo ese conocimiento se empezó a aplicar para el mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos, lo que tiene que ver con transgénicos, con mejoramiento genético, con producción de proteínas”

De esta manera, la profesora contextualiza los contenidos en consideración con las necesidades individuales de cada uno de sus estudiantes para una educación con equidad y calidad. A partir de su experiencia como docente y su interés por la enseñanza a estudiantes sordos, sugiere adaptaciones curriculares de tal manera que la información sea más accesible, incluso, para aquellos estudiantes sin discapacidad auditiva.

Estos resultados muestran que la profesora trata de enseñar estos contenidos a través de la realidad de la vida, es decir intentó transmitir el concepto partiendo de lo que los estudiantes conocían de la realidad y corrobora lo que ella argumentó en sus respuestas de la ReCo sobre la importancia de llevar estos conceptos a la cotidianidad con el fin de que la comprensión de estos temas sea mucho más simple, tal como se explicó anteriormente con los trabajos de Bertram (2014) y Candela (2017). Adicionalmente, muestra la importancia de las gráficas y de la lengua de señas en sus intervenciones para que estos conceptos sean más comprensibles para los estudiantes sordos.

Las evidencias de estos resultados muestran que para la enseñanza y el aprendizaje de estudiantes sordos es necesario facilitar el acceso a una educación con calidad y sin barreras. El fortalecimiento del conocimiento del currículo parece ser muy necesario en tanto debe adaptarse a todas las capacidades y características de los estudiantes. De esta manera, pueden participar y comprender los conceptos en todas las situaciones que se presenten en el aula.

Lo anterior, se puede evidenciar cuando la profesora exaltó la importancia de los derechos básicos de aprendizaje (DBA) dentro del plan de área en ciencias naturales al preguntarle sobre los contenidos de genética que ella planeaba enseñar (Tabla 9). En ese orden de ideas, es importante resaltar que los lineamientos curriculares son un gran apoyo y orientación para las prácticas educativas y, especialmente, para aquellos procesos que contribuyen a la construcción de identidad cultural y nacional y también para la formación integral.

Sin embargo, esto puede variar dependiendo de cómo se articulen otros componentes tales como la evaluación, competencias, formas de comunicación, diversidad de formas para la construcción del conocimiento, el desarrollo social y cognitivo, la diversidad de etnias y lenguas, entre otros (Ministerio de Educación Nacional, 1998).

En ese orden de ideas, es relevante conocer cuál de los componentes del PCK de la profesora dirige con mayor fuerza su práctica docente y si con este componente ella logra ser mediadora en la flexibilización del currículo en cuanto a ritmos y tiempos de aprendizaje con el fin de atender a los saberes e intereses de cada uno de los estudiantes sordos para que puedan tener bases de la comprensión y explicación del mundo.

4.1.1.1. El Conocimiento del currículo en ciencias-KSC y el Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU: componentes que interaccionan fuertemente en la enseñanza a estudiantes sordos.

La comprensión se refiere al proceso de entender un concepto a partir de su interpretación que va más allá de la memorización. En este sentido, se puede observar que la profesora se esfuerza para que los estudiantes comprendan los conceptos tratando de explorar conocimientos previos a partir de ejemplos de la vida real y/o indaga sobre las bases que poseen con relación al tema que se está desarrollando. También considera las habilidades comunicativas con las que cuentan los estudiantes y desarrolla actividades que le permitan indagar por las ideas alternativas para poder planear los contenidos de la unidad didáctica mediante diferentes estrategias de enseñanza. Lo anterior, se evidencia a través de categorías que emergen de las respuestas de la profesora frente a las preguntas de la entrevista ReCo como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10

Evidencias ReCo de la profesora a través de categorías emergentes que muestran la importancia del Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU en sordos

Pregunta ReCo	Categoría	Respuesta de la profesora
¿Qué sabe usted sobre la manera de pensar de sus estudiantes, que influye en la enseñanza de estos contenidos?	Exploración de conocimientos previos y bases con relación al tema	<p><i>Muchas veces los conceptos previos son un poco complejos porque el chico quizás no recuerda, entonces toca devolverme a recordar los temas ...</i></p> <p><i>A veces, cuando se trata de explicar su condición, es muy complejo porque a ellos les cuentan cosas en sus familias tratando de explicarles su realidad: ¡Ahhh es que la mamá se enfermó! Sin embargo, tenemos familias que están compuestas por parejas de padres sordos, o por un padre sordo y el otro oyente, lo cual ha abierto la mentalidad o pensamientos familiares y, de esta manera los estudiantes no llegan con tanta predisposición con relación a lo que tiene que ver con la herencia de su condición específica”</i></p>

¿Cuáles limitaciones o dificultades suelen estar relacionadas con la enseñanza de este tema?	Considera las habilidades comunicativas de los estudiantes	...Diferente a lo que sucede con el tema de la evolución, ya que es muy complejo para ellos porque hay estudiantes que son muy religiosos...
	Desarrolla actividades para la planeación de sus clases	Pienso que uno de los limitantes más grandes, en el caso de los estudiantes sordos, es volver a recordarles las señas de un concepto específico, tal como el de la célula o el de los procesos celulares. Es empezar a rescatar todo ese vocabulario en biología y a veces eso satura [Continúa hablando del vocabulario de conceptos en lengua de señas] ...Entonces tratamos de planear la clase para iniciarla como un juego. Por ejemplo, con el concepto de la célula, jugamos poniendo las señas, ... y cada y uno cuenta lo que hace. Además, les hacemos exámenes que no parecen exámenes, ... ¡pero les estamos evaluando las señas de dichos conceptos! ...”

En este caso, la profesora va más allá de planear, presentar y explicar los temas de clase, ya que existe un componente de sensibilización frente a la enseñanza para estudiantes sordos. Por lo tanto, las acciones de definición están muy orientadas a tratar de superar, no sólo las barreras auditivas que existen en la comprensión de contenidos abstractos de las ciencias naturales, sino también a tratar de recordarles conceptos a través de situaciones reales de la vida, de la cotidianidad como estrategia de enseñanza.

Estos resultados coinciden con algunas investigaciones relacionadas con el aprendizaje de conceptos para estudiantes sordos en donde se argumenta que es indispensable tener en cuenta sus necesidades específicas que, indudablemente, están basadas en la comunicación y en el lenguaje, proceso cuyo avance se ha documentado como difícil y lento para la adquisición de aspectos del conocimiento que son tan abstractos (Santos, *et al* 2008).

En ese orden de ideas, los profesores de estudiantes sordos deben de ser conscientes de que ellos organizan su forma de comunicación y su lenguaje a través del sentido de la visión, por lo tanto, su aprendizaje es constitutivo de su subjetividad y de la manera como construye la realidad (Peluso & Balieiro, 2015).

Lo anterior, explicaría el por qué el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* también interacciona fuertemente con el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* con una frecuencia de 10 veces durante todos los episodios (Figura 9).

En este caso, la profesora tuvo en cuenta que para que un estudiante pudiera comprender un concepto debió planear muy bien las estrategias de enseñanza, de tal manera que garantizó que los recursos estuvieran disponibles en el momento de su clase para que pudieran desarrollar sus competencias en esta área del conocimiento en particular.

4.1.1.2. El *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* y el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*: dos componentes que interactúan en la enseñanza a estudiantes sordos

Para la enseñanza de contenidos a estudiantes sordos es necesario realizar transformaciones curriculares que estén relacionadas directamente con los docentes, el quehacer, la misión y visión de la institución educativa. De esta manera se podrá saber qué es lo que hay que enseñar a estos estudiantes en particular y la manera en la que se les debe enseñar.

Además, se debe tener una constante reflexión conjunta con la comunidad académica que permita a las instituciones educativas autoevaluarse sobre los procesos de inclusión y su atención a la diversidad. También es importante analizar las fortalezas y las oportunidades que se presenten para mejorar la convivencia y participación en términos de una educación equitativa y con calidad.

De esta manera, el reto al sistema educativo es que todos los estudiantes tengan un aprendizaje con las mismas oportunidades. Lo anterior, conlleva a la modificación de metodologías y de currículos para que se propicien los ambientes educativos que garanticen el derecho a la educación, con oportunidades justas que permitan el desarrollo integral de los estudiantes sordos (Arenas & Sandoval, 2013).

Estos procesos de transformación curricular requieren que el docente establezca estrategias didácticas para poder llegar a los estudiantes sordos. Como se mencionó anteriormente, el plano de lo visual es la manera más eficaz para que un estudiante en esta condición pueda aprender un

concepto. Por lo tanto, es indispensable utilizar gráficas, mapas conceptuales, dibujos, esquemas, representaciones, videos, entre otras herramientas.

Es por ello que en esta investigación se encontró que el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* adquiere un gran protagonismo y aún más cuando interacciona fuertemente con el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* (Ver evidencias en la Tabla 5).

Estas estrategias de enseñanza a través de representaciones, especialmente las visuales brindan una gran información sobre cómo los elementos multimodales ayudan a construir significados científicos que se relacionan con un fenómeno (Tang *et al.*, 2014).

Sin embargo, hay ciertas limitaciones que impiden comprender qué tipo de funciones cognitivas pueden desarrollar estas representaciones. Por ejemplo, los libros cuentan con imágenes que no son diseñadas para estimular resultados cognitivos específicos, lo cual conlleva a que sea un obstáculo para los profesores que desean adaptar imágenes para estos fines y, por lo tanto, puede limitar el PCK del profesor relacionado con las “representaciones útiles para la enseñanza” (Peterson, *et al.*, 2021).

Incluso, la misma profesora explicó tal dificultad cuando respondió que no existe material de apoyo para la enseñanza de las ciencias naturales a estudiantes sordos al preguntarle acerca de los procedimientos empleados para enseñar estos contenidos de genética:

Fragmento de la entrevista ReCo [00:16:26-00:17:18]

P: ... con la experiencia que ya habíamos tenido, empezamos a recopilar material, ya que una de las grandes dificultades que hay para la enseñanza de los estudiantes sordos, es que no hay material académico para ellos. Existen algunas editoriales que se especializaron en producir textos para instituciones educativas, pero sólo para dar clase a los estudiantes oyentes. Pero ese tipo de material para el sordo no existe. Lo que está en YouTube, por ejemplo, que es video, tiene generalmente audio o una transcripción y

esas transcripciones no son suficientes para los sordos, porque en muchos sordos no dominan el español escrito. Entonces ¡ahí es bastante complejo! ...

En ese sentido, para que la profesora pudiera tener representaciones útiles en la enseñanza de la unidad didáctica de genética, fue necesario planear y adaptar las clases. Su adaptación consistió en recopilar una serie de material gráfico y de videos con su respectiva traducción, incluyendo el vocabulario respectivo de cada concepto de genética en lengua de señas colombiana, como una estrategia para que fuera completamente comprensible para los estudiantes sordos. De esta manera, la profesora, evitó el obstáculo frente a las representaciones que se encontraban en dicho material de apoyo visual para la explicación de dichos conceptos. A continuación, una breve explicación de la profesora de cómo realizó su estrategia de enseñanza:

Fragmento de la entrevista ReCo [00:18:09-00:20:07]

P: [se refiere a páginas web con material de apoyo para la unidad de genética]: ... YouTube no es nuestro único medio, pero se volvió como la biblioteca” ... “encontramos un material muy interesante, que usamos de ellos y les hemos realizado algunas interpretaciones [se refiere a la lengua de señas colombiana]. Entonces los conceptos son explicados de una manera muy gráfica con videos muy cortos que facilitan la enseñanza. Nosotros realmente no tenemos recursos para crear este tipo de material, pero los aprovechamos y les ponemos la interpretación. Es decir, interpretamos el material que ellos ya tienen ...”

Esta estrategia se soporta entonces, no sólo de la comprensión de los conceptos propiamente dichos, sino también del aprendizaje del vocabulario en la lengua nativa de los estudiantes sordos. En ese momento es cuando el profesor debe cuestionarse sobre cómo aprenden sus estudiantes y cuál es el lenguaje adecuado para llegar de forma más fiel a los estudiantes en esta condición.

Por otro lado, *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* resulta importante cuando la profesora resalta en la entrevista ReCo la importancia de tener una planeación minuciosa junto con dos agentes educativos que participan activamente en este proceso de la enseñanza de las ciencias naturales a estudiantes sordos: intérprete y modelo.

Fragmento de la entrevista ReCo [00:22:27-00:23:21]

P: *...Ellos siempre participan*” [La profesora refiriéndose a dichos agentes], “*...con ellos siempre hemos trabajado en la planeación. Nos ayudan para saber si el vocabulario que vamos a utilizar está todo y hacen el rescate del mismo. Luego, antes de empezar con una unidad temática tomamos todo el vocabulario que vamos a utilizar, lo listamos y junto con el modelo y la intérprete buscamos las señas correspondientes en un libro guía. Aquellas palabras que son nuevas en este tema, es decir, que no existen se hace un proceso de asignación o creación de señas a ciertos conceptos que no la tenían.*

Es así como el vocabulario en lengua de señas colombiana y en este tema específico, se convierte en una herramienta indispensable para la comprensión de los conceptos y es la manera como las representaciones de las ideas, en este caso, la lengua nativa para los sordos, son clave en el currículo (Shulman, 1986) y esto es precisamente lo que se refleja en su práctica docente.

Es importante resaltar que, a pesar de que el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* es el que se activa con más fuerza en esta profesora, otros componentes del PCK juegan un papel muy importante en los procesos educativos. Además, toda interacción intrínseca o extrínseca que exista entre ellos supone acciones de reflexión constante para mejorar la práctica docente, sin embargo, es de gran importancia analizar cuáles de los componentes del PCK de la profesora dirigen con mayor influencia la práctica pedagógica de esta profesora que enseña a estudiantes sordos.

4.2. Interacción de los componentes del PCK de la profesora e identificación del componente que dirige con mayor influencia su práctica docente para estudiantes sordos

Hasta el momento se han mostrado evidencias de que el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* se activa influenciando fuertemente al *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR* y al *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*.

Estas interacciones implican que la profesora podría estar tomando decisiones sobre las estrategias y representaciones de enseñanza basadas no sólo en el currículo sino también sobre las creencias con respecto a cómo aprenden los estudiantes, lo que es la ciencia y el uso del lenguaje, es decir, en el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS*, (Suh & Park, 2017).

En ese orden de ideas, en este estudio se evidenció que el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS*, es un componente que interacciona fuertemente con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*. Lo anterior se apoya, como se explicó anteriormente, en que la profesora intentó explicar los contenidos de genética de tal manera que los estudiantes pudieran construir estos conceptos a partir de su propia condición como sordos. La profesora cree que la mejor forma de hacer que un estudiante sordo comprenda los conceptos es a través de analogías, ejemplos de la vida cotidiana o metáforas:

Fragmento 1 Episodio 5- Herencia -Alteraciones cromosómicas [00:18:42-0:23:38]

E4: *Profe... ¿Qué pasa en el caso de una persona sorda que no tiene oídos? ... esa parte del oído aquí*” [se señala el pabellón de la oreja]

P: ... ¿ustedes saben que hay algún tipo de sordera que es hereditaria, pero hay otros problemas que no necesariamente están asociados a la sordera? ... por ejemplo, infecciones, enfermedades de la mamá durante el embarazo, medicamentos que le mandaron a la mamá muy fuertes durante el embarazo, traumatismos, etc. Al momento de nacer también se pueden presentar algunos daños, por ejemplo, cuando el bebé se demora en nacer ocurre que no le llega buen oxígeno y ocasionó que no se desarrollara correctamente.

... También se presenta que un bebé nació antes de tiempo, que no estaba totalmente desarrollado y se dio dificultad para que terminaran de desarrollar algunos órganos. Entonces hay muchas situaciones ... no sé si han visto algunos, por ejemplo, que son daños en el pabellón auricular. De pronto el nervio auditivo estaba bueno pero el pabellón auricular no está, No hay oreja, por ejemplo ...

Estos hallazgos se complementan cuando la profesora intenta hacer la definición de otros conceptos de herencia explicando otras condiciones genéticas que se pueden presentar en la vida real, con ejemplos comparativos entre los que son hereditarios y los que no los son:

Fragmento 2, Episodio 5- Herencia -Alteraciones cromosómicas [00:05:02-00:05:44]

P: Bueno, entonces algunas veces no es el cromosoma entero que falta, sino que falta un pedazo ... se le corta un pedazo al cromosoma. Este es un ejemplo de eso [Muestra una imagen de una persona con el síndrome de Wolf-Hirsschhorn y su cariotipo]. Al cromosoma número 16 le falta un pedazo, se le corta un pedazo al cromosoma. Este es un ejemplo de eso. Esas personas nacen con microcefalia, o sea la cabecita más pequeña, ... la nariz es más ancha, ... miren que la nariz de nosotros se pone estrecha aquí arriba [Señala la parte superior de su nariz] entonces en este caso, esa nariz es ancha desde arriba. Ellos tienen el labio leporino y el paladar hendido.

Fragmento 3, Episodio 5- Herencia -Alteraciones cromosómicas [00:05:44-00:06:02]

P: ... *¿Cuál es el problema con los labios leporinos? Les voy a mostrar acá por qué es tan complicado y por qué en la actualidad se opera tan rápidamente un labio leporino. Los labios leporinos hacen que al bebé se le vaya la leche hacia la vía respiratoria.*

Fragmento 4, Episodio 5- Herencia -Alteraciones cromosómicas [00:06:03-00:07:14]

P: *Ya les voy a mostrar cómo es el dibujo del labio leporino. Miremos adentro. El labio leporino, muchas veces viene acompañado del paladar hendido... es decir, el paladar también está abierto y hay una comunicación directa entre la vía respiratoria y la vía digestiva. ... Cuando el bebé comience a tomar la leche, se le va a ir hacia el tracto el tracto respiratorio y le puede caer en los pulmoncitos y le puede dar una infección, se puede ahogar y fuera de eso esa leche se puede dañar por allá en los pulmones y le puede causar una infección. Entonces esta es una condición que, antes, no lo operaban muy rápido. Las familias intentaban con muchos problemas, los niños que tenían labio leporino tenían muchas dificultades, pero en la actualidad operan a los bebés.*

Fragmento 5, Episodio 5- Herencia -Alteraciones cromosómicas [00:08:00-00:08:42]

P: *Acá tenemos este síndrome que son ojitos de gato [Muestra una imagen de una persona con esta condición y su cariotipo]... ¿qué pasa? el cromosoma número 22 tiene un pedazo de más ... ¿cierto? ... se va un pedacito de más del cromosoma número 22. Estas personas suelen tener problemas visuales, le dicen ojito de gato porque se ve como si fuera rasgado el ojo, como si lo que nosotros vemos a dentro que es como si una bola pequeña estuviera pegada de la parte de abajo y se ve como rasgado. Entonces estas personas tienen problemas visuales delicados.*

Fragmento 6, Episodio 5- Herencia -Alteraciones cromosómicas [00:08:00-00:08:42]

P: [Refiriéndose a una imagen de una persona con el síndrome en particular] *Ese último que vimos, el Klinefelter, que fue el que nace con dos cromosomas X y uno Y es un hombre ... ¿Cierto? su cuerpo es de hombre, tiene pene. Lo que pasa es que como tiene una producción hormonal muy alta de hormonas femeninas, hace que tenga ciertas características que parece que fuera mujer ... ¿cierto? digamos como el desarrollo del pecho, el patrón de la grasa, la falta de vello.*

Fragmento 2, Episodio 6- Relación herencia y el ambiente-Generación espontánea [00:01:00-00:01:26]

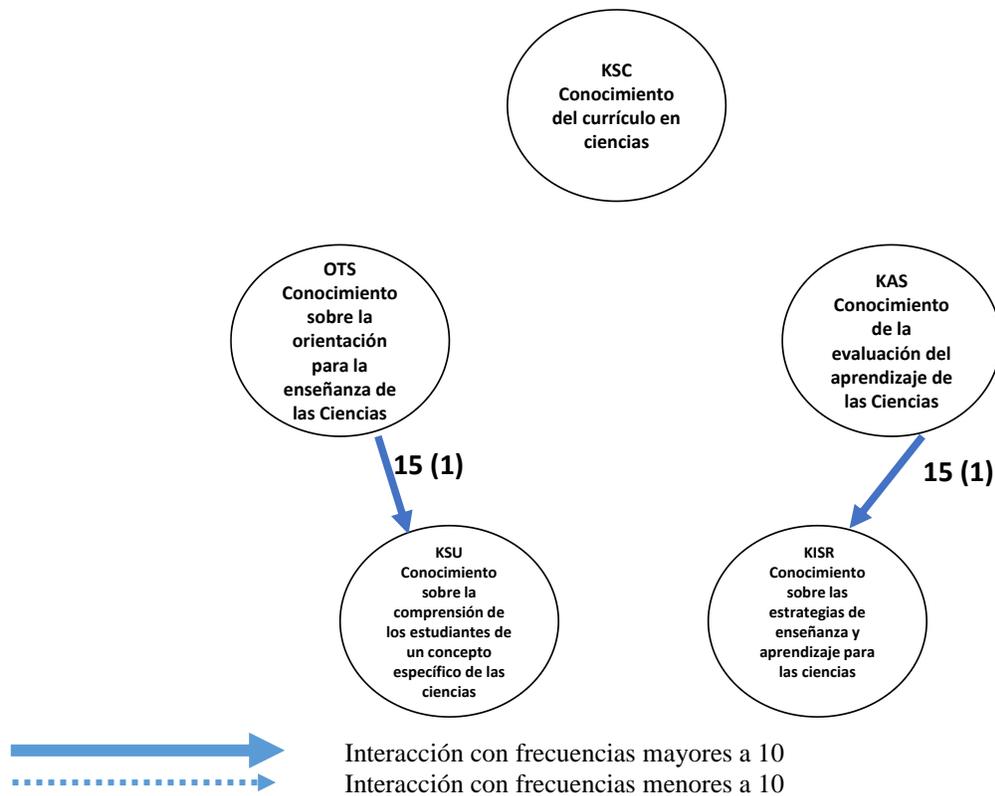
P: *...lo que decíamos ahora: ... un bebé que nace con una condición, es decir, nace con un síndrome genético, con alguna malformación ... que nace con algún problema y hay varias razones. Una, puede ser que el material genético venía malo ... ¿cierto?... pues, había algún daño en el material genético y se heredó... ¿cierto? ahí hablaríamos de cosas que son hereditarias. Por ejemplo, un síndrome de Down como hablábamos ahorita.*

Durante las clases, la profesora es consciente de los ejemplos que utiliza para describir algunas enfermedades genéticas hereditarias y se observa su creencia de que a partir de la relación con el mundo cotidiano del estudiante puede comprender dichos conceptos.

Con las evidencias encontradas se pudo construir el mapa del PCK donde se muestran cómo son las interacciones entre el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS*, (componente de origen, con una frecuencia de 15) y desde el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* (componente de origen, con una frecuencia de 17) hacia el componente de destino para ambos el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* (Figura 10)

Figura 10

Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU influenciado por el Conocimiento del currículo en ciencias-KSC y por el Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS



Los números sobre las líneas indican las frecuencias de interacciones entre los componentes de acuerdo con las evidencias de los episodios de la unidad didáctica de genética. Los números entre paréntesis sobre las líneas, indica el número de preguntas que se le hicieron a la profesora en la entrevista semiestructurada a partir de la ReCo.

En este caso, se puede observar que la profesora define la forma como desea enseñar la genética y encamina su propósito para ayudar al estudiante a comprender el mundo desde lo que la profesora conoce dentro de su formación.

Fragmento de la entrevista ReCo [00:29:40-00:29:47]

Inv: *¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes comprenderían o no los contenidos?*

P: *... Pues, tenemos como varias estrategias para evaluar ... y lo hemos ido construyendo. Cuando estamos viendo ADN los ponemos a construir una hélice en papel*

Fragmento de la entrevista ReCo [00:30:45-00:31:16]

Inv: *¿Quién participa en la elaboración de esa lengua de señas para todo lo que me está contando? ¿los tres participan? ¿Usted, el modelo y la intérprete?*

P: [Se refiere al diseño del vocabulario de los conceptos entre profesora, intérprete y modelo]: *¡sí claro! Como te decía, pues, ya llevamos un rato trabajando juntos ... entonces ya tenemos como muy estandarizado el vocabulario, ya se rescató todo lo que había...*

Inv: *...y lo que no hay ¿Quién lo diseña?*

P: *Entre el modelo, la intérprete y los estudiantes. Ellos también participan ahí. Yo lo que hago es ampliar el concepto y tratar de explicar lo mejor posible.*

Por otro lado, también se pudo observar en los episodios que el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* interacciona fuertemente con el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*:

Fragmento 1, Episodio 1- Genética -ADN [00:20:58-00:21:37]

P: *Recuerden que no hay taller es una sola actividad, un solo punto. Cada que nos veamos es un solo punto. Un punto de tarea y el vocabulario para practicar. Eso es lo que vamos a hacer en estos días, no nos vamos a llenar de talleres y cosas. Un punto para desarrollar y las palabras nuevas que el Modelo lingüístico nos va a ayudar, enviándoselas por separado para que ustedes vayan practicando el vocabulario. Antes del taller, un taller le habíamos mandado, que era para practicar solamente, sólo*

practicar vocabulario. Ese de Word que tenían en la página del colegio, solamente practicar el vocabulario. Las palabras que necesitamos y las señas que necesitamos aprender, para aprender genética.

Fragmento 2, Episodio 1- Genética -ADN [00:19:47-00:20:31]

P: ... les voy a mandar a ustedes una línea de letras que son los nucleótidos: con la A, C, T, G y van a representar una línea del ADN. Usted le va a ser la cadena complementaria, le va a ser la del frente, abajo. No tiene que ser en el computador, lo pueden hacer en una hoja, en el cuaderno, bien organizadito, le toma foto y me manda la foto.

Fragmento 1, Episodio 2- ADN y Herencia [00:04:09-00:04:45]

P: ¿Recuerdan que siempre yo les voy poniendo el vocabulario para que ustedes se acuerden practicando? ¡Entonces esta vez, es lo mismo! se les puso el vocabulario nuevo para que ustedes vayan practicando las señas nuevas y vayan subiendo el nivel de complejidad en genética y la intérprete les haga la seña, ustedes sepan a qué se refiere cada una de esas señas. Es por eso hay que practicar todos los días ese vocabulario. Cuando vean el vocabulario, sepan de qué estamos hablando.

Fragmento 2, Episodio 2- ADN y Herencia [00:07:05-00:07:11]

P: ¡Hoy hacen la tarea y me la mandan!, Me la pueden mandar por correo o por classroom. También me la pueden mandar por WhatsApp

Fragmento 1, Episodio 3- Diálogo sobre Vocabulario genética [00:01:11-00:01:35]

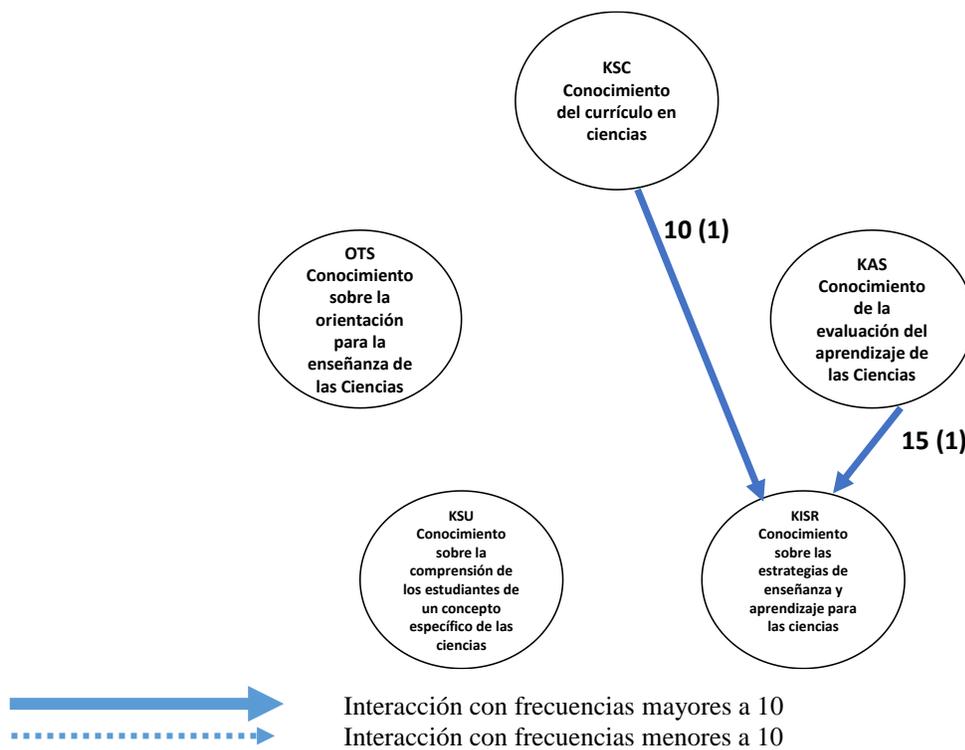
P: Entonces no les voy a dejar tarea para que se pongan al día. Pero la próxima clase sí les voy a dejar una [tarea], entonces no se dejen como acosar y practiquen el vocabulario para que en la próxima clase el Modelo lingüístico nos colabore, haciéndoles a ustedes un examen de vocabulario. A ver si ustedes sí están practicando

las señas y si sí saben cada una de esas señas que estamos trabajando, a qué se refieren
 [alude al concepto]

Con base en estas evidencias se logró construir el mapa del PCK, el cual reveló que el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* tiene una fuerte influencia sobre el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*, con una frecuencia de 15 veces durante todos los episodios (Figura 11).

Figura 11

Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR y su interacción con el Conocimiento del currículo en ciencias-KSC y con Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS



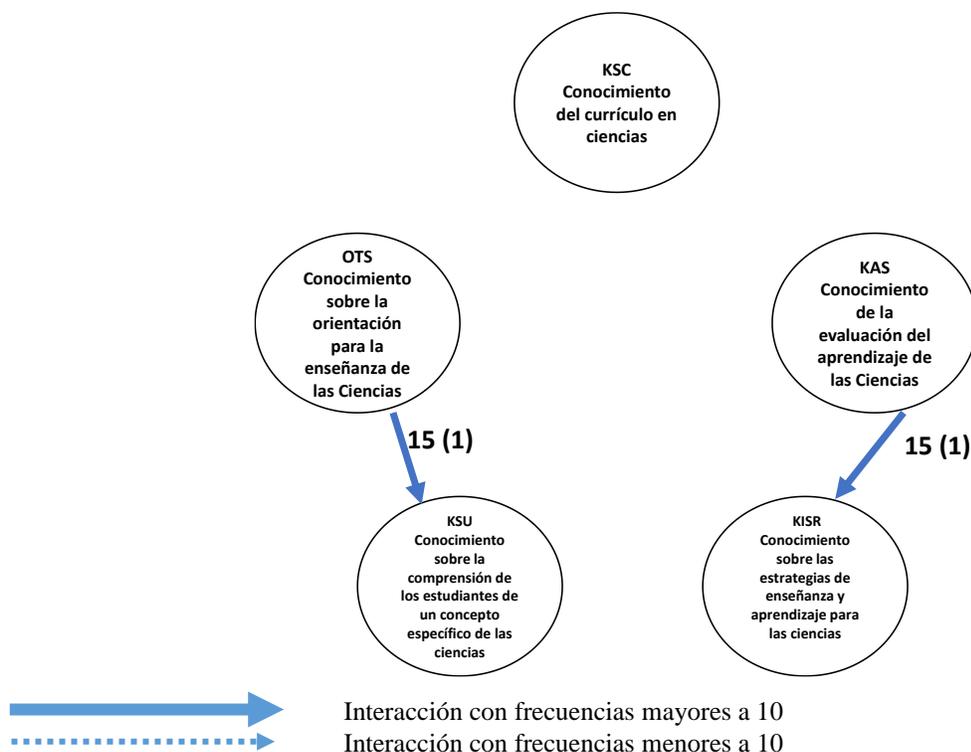
Los números sobre las líneas indican las frecuencias de interacciones entre los componentes de acuerdo con las evidencias de los episodios de la unidad didáctica de genética. Los números entre paréntesis sobre las

líneas, indica el número de preguntas que se le hicieron a la profesora en la entrevista semiestructurada a partir de la ReCo.

Para este estudio, las evidencias muestran que el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS* y el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS*, juegan un papel muy importante y son los que dirigen su práctica docente en el aula y dan cuenta que la profesora comprende lo que es la educación inclusiva (Figura 12)

Figura 12

Otros componentes del PCK de la profesora que también son importantes en su acción docente para la enseñanza de genética a estudiantes sordos



Los números sobre las líneas indican las frecuencias de interacciones entre los componentes de acuerdo con las evidencias de los episodios de la unidad didáctica de genética. Los números entre paréntesis sobre las líneas, indica el número de preguntas que se le hicieron a la profesora en la entrevista semiestructurada a partir de la ReCo.

Como se observa en la Figura 12, cada uno de estos componentes se activó con una frecuencia de 15 veces en todos los episodios de clase durante el desarrollo de la unidad didáctica en genética. Sin embargo, no interaccionan directamente con el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* como ocurre con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*.

A pesar de que el *Conocimiento sobre las orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias-OTS* y el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* no están influenciados directamente por el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*, que es el componente que se activa con más fuerza en este caso, parece que son muy importantes en la comprensión de los conceptos y dependen de las estrategias que se usen para dicha comprensión.

Lo anterior, permite inferir que la profesora busca una adecuada estrategia de presentación de los contenidos ya que es necesario que exista una integración entre los conocimientos específicos pedagógicos y de contenido del profesor para que se puedan fortalecer los conocimientos previos, la comprensión y las concepciones alternativas de los estudiantes (Lucero, *et al.*, 2018).

La Tabla 11 muestra algunos ejemplos de intervenciones o preguntas de los estudiantes durante las clases en procesos de devolución-regulación (Brousseau, 1990, 1991, 2007) cuando la profesora intenta explicarlos a partir de la comprensión de lo que ellos observan de su propia condición de sordera.

Tabla 11

Evidencias de la interacción e integración del *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*, con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*

Nombre del episodio [Duración]	Códigos estudiantes	Evidencia de intervenciones de estudiantes*
Genética -ADN y vocabulario en señas Duración [0:00-0:28]	E9	<i>Cuando los genes se combinan entre padres y madres, dan esos descendientes</i>
	E11	<i>Es el ADN el que forma los genes y da las características ... ¡ya!</i>
	E2	<i>El ADN es la genética. ... El ADN es lo que nos caracteriza, nos permite ser gordos, flacos, depende de lo que heredamos de nuestros padres</i>
Herencia -Alteraciones cromosómicas Duración [0:00-0:23]	E11	<i>Profe este tipo de trastornos, de retrasos ... la viruela... todas esas enfermedades ... en el caso de los sordos ¿por qué puede darse?</i>

*Intervenciones de estudiantes traducidas por la intérprete en tanto los estudiantes se expresan en lengua de señas

Esta interacción entre el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* y el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* también se observa en la ReCo de la profesora cuando destaca la importancia de explicar el tema de herencia y alteraciones cromosómicas a partir de lo que comprenden desde su realidad para que entiendan, de una mejor manera, el origen de su discapacidad:

Fragmento de la entrevista ReCo [00:05:25-00:06:57]

P: ... *Entonces lo que hacemos es prepararlos a ellos para que tengan un nivel más alto de comprensión de otros procesos biológicos ... O sea, la genética nos permite comprender por qué nuestro organismo muchas veces está fallando, por qué pasan cosas*

y, en este caso de los estudiantes con discapacidad, les permite comprender el origen de su discapacidad...

En ese sentido, se propone que para la enseñanza de los contenidos curriculares a los estudiantes sordos haya interacciones con su entorno social. Varias investigaciones reportan que para los sordos el canal visual es muy importante ya que les confiere ciertas particularidades para organizar su mundo lingüístico y discursivo. Para el sordo el plano de lo visual, incluso desde su lengua de señas nativa, es constitutivo de su subjetividad y de la manera en la cual organizan la realidad (Clark, 2021, Peluso & Balieiro, 2015; Carrascosa, 2015)

Es así como estos tres componentes confluyen de tal manera que hay una fuerte interacción hacia dicha comprensión del estudiante. Este resultado concuerda con los resultados obtenidos por Ravanal y López (2016) cuando analizaron el PCK en profesionales del área de la Biología específicamente en el contenido de la célula.

Estos investigadores plantearon con su trabajo, que el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS*, interaccionan muy fuertemente con los conocimientos y creencias relacionadas con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y con el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* para que puedan responder a las demandas de los estudiantes según el currículum prescrito, es decir, en atención al *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* (Ravanal & López 2016).

Por su parte Bohórquez y colaboradores (2019) también indicaron en sus estudios que el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS* constituyen un componente muy importante para tomar decisiones relacionados con el currículum y con las estrategias metodológicas. En el caso de la profesora que atiende estudiantes sordos se puede observar que este componente es importante para dirigir su práctica pedagógica, pero no es el

componente que se activa con más fuerza como lo es el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*.

Por ejemplo, en la siguiente expresión de la profesora durante una de sus clases de herencia, se puede observar esta tendencia a centrar su enseñanza de forma tal que los estudiantes comprendan su mundo y puedan ampliar su sensibilidad.

Fragmento 3, Episodio 6- Relación herencia y el ambiente-Generación espontánea [00:01:32-00:03:26]

P: Puede ocurrir que durante el desarrollo venía bien la célula de la mamá, el óvulo estaba bien, el espermatozoide estaba bien, pero cuando se están dividiendo las células y formando al bebé ocurrió un daño ... ¿cierto? ... ¿qué pudo hacer que ocurra ese daño? ... por ejemplo, que a la mamá le manden un medicamento que es malo, que la mamá consuma drogas, el consumo de licor también ... ¿cierto? que a la mamá le ocurra, por ejemplo, un trauma ... o un accidente ¿cierto? un traumatismo durante el embarazo, que la mamá se enferme, que le dio una infección viral, una infección bacteriana, que haga que te dañe ese proceso, o sea que a ella le den fiebres altas ... ¿cierto? y eso va a influir en el desarrollo, que se le suba mucho la presión, por ejemplo la presión sanguínea, que el bebé nazca ... que ocurre alguna situación que haga que el bebé nazca antes de tiempo y el bebé no está completamente desarrollado. O que a la mamá le hayan tenido que practicar una cesárea de emergencia y se demoraron mucho para practicársela ... entonces el bebé ya tenía que nacer y nada... y nada... y nada que nacía entonces el bebé se va quedando sin oxígeno ... y ese bebé se va quedando sin oxígeno y se presenta algo que se llama sufrimiento fetal. Y eso que el bebé se quede sin oxígeno mucho tiempo, es muy grave. También puede causar ciertos daños en el desarrollo de ese bebé.

En ese orden de ideas, el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS* es considerado importante en las decisiones que se tengan que tomar frente a los aspectos metodológicos y curriculares y, es por ello que este componente es uno de los que dirige, en parte, su labor docente.

Lo anterior, es corroborado con el trabajo presentado por Bohórquez y colaboradores (2019), en donde mostraron que, durante el desarrollo de las clases de biología, dos profesores centraron sus clases en enumerar y explicar conceptos. Sin embargo, explicaron que, si bien el reconocimiento de cada uno de los términos empleados en la biología es importante para la comprensión y para la articulación de la biología escolar como lo plantearon Katzaroff (2014) y (Rodríguez, 2002), no se puede considerar que tener únicamente un excelente dominio de un contenido específico garantizará el aprendizaje como lo expresaron Grossman y colaboradores (2005)

Por otro lado, Suh y Park (2017), explicaron que el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS* juegan un papel especial en el desarrollo del *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y en el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*. Sin embargo, en sus resultados mostraron que el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* es el que menos se activó. Lo anterior, significa que estos profesores toman decisiones sobre estrategias y representaciones para enseñar basadas en la comprensión del conocimiento previo de los estudiantes, las dificultades de aprendizaje y las concepciones alternas.

En ese orden de ideas, a pesar de que los lineamientos curriculares del MEN son esenciales para la planeación de las clases, la profesora cree que es necesario introducir aspectos conceptuales que puedan acercar al estudiante a las realidades propias de la biología y también lo que implican en la experiencia cercana de cada uno de ellos. Por ello es importante promover que los estudiantes comprendan que el conocimiento científico está sujeto a todo tipo de contexto social, cultural e histórico (Camacho 2010; Matthews 2014).

4.3. Señas y significados: elementos clave del *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS*.

Es evidente que para la profesora que enseña ciencias naturales a estudiantes sordos, es completamente indispensable que ellos comprendan los conceptos en ciencias de la manera más fiel posible. Para ello, además del vocabulario en lengua de señas, que es su lengua nativa, es necesario cuestionarse cómo orientar sus explicaciones para que los conceptos sean aún más comprensibles con las estrategias de enseñanza que está llevando a cabo.

Lo anterior, se comprueba cuando la profesora enfatiza la importancia de enseñar contenidos orientados en la realidad, es decir, a partir de conceptos que expliquen el mundo y la manera cómo funciona su propio cuerpo:

Fragmento de la entrevista ReCo [00:06:47-00:06:58]

P: ... Entonces la genética nos permite comprender por qué nuestro organismo, muchas veces, está fallando, por qué pasan cosas y, en este caso, de los estudiantes con discapacidad les permite, muchas veces, comprender el origen de su discapacidad.

En consonancia con lo anterior, muchos profesores cambian su manera de enseñar cuando comprenden cómo aprenden las personas. Por lo tanto, comprender cómo entienden los conceptos los estudiantes sordos implica una interacción importante en todas las estrategias de adaptación y flexibilización curricular y, además, es entender que su canal visual y gestual es el medio más eficaz para el aprendizaje de los sordos.

En consideración con lo anterior, no es suficiente con que la profesora comprenda la manera cómo entienden los estudiantes sordos, también es necesario que la información llegue a ellos de la manera más confiable y por ello, se hace necesario un acompañamiento permanente del modelo lingüístico.

Este nuevo agente educativo dentro del aula facilita el desarrollo de actividades mucho más eficientes que permiten que haya fluidez entre el estudiante y el profesor. Además, contribuye apoyando a la profesora en actividades de planeación, seguimiento y evaluación de los aprendizajes a través de todo el desarrollo de la unidad didáctica (Schirmer, 2000)

Asimismo, el manejo de la primera lengua durante el aprendizaje permite potenciar de manera importante el desarrollo de procesos metacognitivos (Palincsar & Brown, 1984), los cuales resultan de gran relevancia para la comprensión de los conceptos que el profesor desea modelar para este proceso.

En términos del PCK, la intervención de este agente educativo durante el proceso de enseñanza a estudiantes sordos podría explicar algunos comportamientos de los componentes del PCK de profesora. Por ejemplo, es interesante ver como el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* también se activó, pero de una manera independiente del *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS* y del *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*.

Esta investigación muestra que, aunque el modelo lingüístico es muy importante en los procesos evaluativos, la profesora siempre está participando constantemente de este proceso. Lo anterior, es explicado por la profesora cuando argumenta que en la planeación de su clase lo prepara a él en todos los contenidos del tema para llevar a cabo los procesos evaluativos a sus estudiantes:

Fragmento de la entrevista ReCo [00:31:13-00:31:58]

P: ...Trato de explicar lo mejor posible, al modelo lingüístico y a los estudiantes, ¿Por qué? Porque crear una seña no es algo fácil ... y yo no soy experta en lengua de señas, pero yo sé que hay señas que son muy difíciles de hacer y que pueden causar dolor en las manos. Entonces, ellos son los que conocen la lengua, qué es lo que se puede hacer y pueden ayudar a definir cuál es la seña más apropiada para un concepto que se está enseñando.

Durante el desarrollo de las clases se puede observar cómo el modelo lingüístico apoya a la profesora en el entendimiento de los conceptos a partir de su propia condición de sordera:

Además de las señas, la profesora siempre está preocupada por evaluar a los estudiantes en sus conocimientos propios del área, pero resalta la función de este agente educativo. La Tabla 12 muestra algunas intervenciones de la clase en donde se evidencia este aspecto:

Tabla 12

Evidencia de la intervención de la profesora en los procesos evaluativos durante la clase.

NOMBRE DEL EPISODIO	CÓDIGO	EVIDENCIA DEL DIÁLOGO*
Genética -ADN y vocabulario en señas [00:00-00:28]	P	<p><i>...vamos a hacer el ejemplo, les voy a mandar a ustedes uno en colores, para que desarrollen en su casa bien juiciosos...” [Se refiere a un taller evaluativo sobre ADN]</i></p> <p><i>...les enviaré un punto para desarrollar y las palabras nuevas se las enviará el modelo por separado para que ustedes vayan practicando el vocabulario [Se refiere a un taller evaluativo sobre ADN]</i></p> <p><i>...se les puso el vocabulario nuevo para que ustedes vayan practicando las señas nuevas y vayan subiendo el nivel de complejidad en los conceptos de genética</i></p>

El comportamiento no convencional del PCK de esta profesora resalta la importancia de analizar si existen correlaciones con los componentes del PCK del modelo lingüístico durante el desarrollo de esta unidad didáctica y analizar si de alguna manera estas interacciones explican el PCK de la profesora.

4.3.1. Correlaciones entre el PCK del modelo lingüístico con el PCK de la profesora

Como se mencionó anteriormente, la docencia en medios de educación inclusiva requiere del trabajo concertado del profesor de ciencias naturales con otros profesionales especializados: modelo lingüístico e intérprete. Por lo tanto, también es de gran relevancia caracterizar los componentes del PCK para cada uno de ellos y analizar si se correlacionan dentro de la enseñanza de las ciencias naturales a estudiantes sordos, de tal manera que la práctica docente se muestre de manera conjunta en este proceso.

Para esta investigación el modelo lingüístico se consideró, así mismo, importante en estos procesos académicos y resaltó que su papel es muy similar al del docente, cuando se le preguntó acerca de su participación en el desarrollo de las clases. Argumentó que se enfoca directamente en el envío del mensaje de una manera fidedigna o confiable, en tanto tiene la particularidad de ser sordo y tiene la lengua de señas de forma nativa:

Fragmento de la entrevista Biográfica M [00:27:30-00:27:57]

M: ... el rol del docente y el del modelo es similar. Pero yo no me concentro y me enfoco en las temáticas de los conceptos y de la ciencia en general, sino en la lengua de señas colombiana. Mi enfoque está en brindarle a los estudiantes sordos la información en lengua de señas y que los conceptos lo entiendan en su primera lengua. Ese es mi rol ...

También se pudo observar que le interesa que los estudiantes comprendan en su propia lengua, en la comunicación y en la manera cómo lo pueden relacionar con la realidad:

Fragmento de la entrevista Biográfica M [00:30:22-00:32:48]

M: *Anteriormente, me daban el concepto y yo lo “tiraba” o se lo daba a los estudiantes sordos en lengua de señas. Sin embargo, yo me preguntaba, ¿cómo hago para explicar? Por ejemplo, la tabla periódica. Soy sordo, soy nativo de la lengua y me pusieron la tabla periódica y la dibujé. Pero bueno ¡muy bien! ... ¡bravo, ... todos hicimos la tabla periódica! ... ¡Bravo!, ... el profe la califica, muy chévere, pero ¿ahí qué aprendimos? ... ¡nada! ... dibujamos la tabla periódica y ¡ya! Pero después, cuando vimos el oxígeno, el agua, ... ¿qué es el oxígeno? ... los sordos ¿mmm? Entonces cuando le expliqué a los sordos que el oxígeno es lo que respiramos, es lo que las plantas o los árboles nos entregan para poder vivir y poder respirar. Fui a la tienda y compré mis materiales, compré una botella de agua y les expliqué: Ahí dice oxígeno. Los sordos entonces, empezaron a decir “ahhhh ¿ese es el oxígeno? ...ahhhhhhhhhhhhh” y se les abrió el mundo diferente. Lo entendieron diferente. Les dije, miren la tabla periódica ... ahí está el oxígeno. Los sordos dijeron “Ahhhhh ya ya ya”. Les expliqué que ese era el oxígeno que respirábamos y que había cosas formadas por el oxígeno. Cuando hablamos del gas, yo buscaba materiales que los estudiantes entendieran, en la vida real, cómo aplicar estos conceptos.*

Durante el análisis de las intervenciones en el proceso de enseñanza de la unidad didáctica de genética a estudiantes sordos se pudo observar que los momentos en donde más interviene el modelo lingüístico son los procesos evaluativos y las adaptaciones curriculares de los contenidos, registrado en las respuestas a las entrevistas ReCo. Este agente educativo, se refirió de la siguiente manera:

Fragmento de la entrevista ReCo M [00:27:50-00:28:05]

M: ... *Si es algo muy corto y es algo que me va a decir pequeño y ya sabe algunas señas, entonces nos hablamos. Pero cuando es algo más profundo y vamos a hacer algo más extenso, se trae a la intérprete para que podamos planear bien la clase, socializar y retroalimentar la clase entre ella y yo.*

Las intervenciones de este agente educativo en los episodios muestran evidencia de que (M) participa en los procesos evaluativos:

Fragmento 2, Episodio 3- Diálogo sobre Vocabulario genética [00:04:30-00:05:15]

M: *yo le dije que hiciera los dibujos del vocabulario [se refiere a una estudiante sorda] y que se los mandara a la profe y ya le falta lo de G, C ...lo de A, T... ¡eso no lo hemos hecho!... yo le dije que hiciera el esfuerzo ella de hacerlo y de mirarlo. Entonces no sé si ella lo mandó, ¡sí! O ¡no! ... no sé. Entonces ella me estuvo preguntando las señas del vocabulario y estuvo haciendo los dibujos ... ¡es eso! pero no lo ha mandado*

Fragmento 1, Episodio 4- Genética -ADN y Vocabulario en señas [00:01:32-00:03:26]

M: *Examen para todos. ¡A ver a deletrear!*

Fragmento 2, Episodio 4- Genética -ADN y Vocabulario en señas [00:00:07-00:00:38]

M: *¿qué decía el vídeo ahorita del ADN? ...que yo te traduje de las semillas verdes y amarillas*

Fragmento 3, Episodio 4- Genética -ADN y Vocabulario en señas [00:02:11-00:02:22]

M: *Todos ustedes queridos estudiantes ... ¿quién de ustedes sabe de quién fue la idea de esta investigación o de este estudio? [M refiriéndose a un video sobre herencia genética]*

Fragmento 4, Episodio 4- Genética -ADN y Vocabulario en señas [00:02:44-00:02:50]

M: *Y ¿qué encontró en sus estudios? ¿qué encontró?*

Fragmento 5, Episodio 4- Genética -ADN y Vocabulario en señas [00:08:45-00:08:57]

M: *Listo, entonces ahora vamos a repasar el vocabulario de las clases pasadas para saber cómo estamos con ese vocabulario... a ver, a ver, a ver, a ver ...preguntémosle a E12*

Es importante recordar que, para que los estudiantes comprendan los conceptos a partir de la realidad y a través de su lengua nativa, la profesora hace ajustes razonables al currículo. A este efecto, se apoya en el modelo lingüístico quien es la persona que tiene claros los conceptos y que se los trasmite de una manera lo más fiel posible a los estudiantes por ser también sordo. A continuación, se muestran las evidencias de su intervención en los episodios donde se soporta este hecho:

Fragmento 6, Episodio 4- Genética -ADN y Vocabulario en señas [00:05:14-00:06:51]

M: *Por ejemplo, en el caso mío... yo, [dice su nombre] cuando éramos muy bebés, teníamos la piel de color muy parecida a la de nuestros padres, pero, por ejemplo, en el caso de mi hermano, que él era muy diferente a la de él, ¿por qué? todos éramos blancos y mi hermano era morenito... morenito canelito [Se refiere al color de su piel oscura] él era moreno, mi hermanito era moreno ¿cómo? ¿por qué sucedió de eso? ¿por qué mi hermano era moreno, si teníamos los mismos padres? ¿qué pasó ahí? O ¿fue que mi mamá tuvo relaciones con otro hombre? ¿cómo fue eso? a ver ¿qué no era mi papá? Ahhhh ¡ya entendimos!... que, aunque éramos hermanos, el ADN que nos conforma las características físicas, pueden venir desde mucho... mucho...tiempo atrás, depende del alelo si es recesivo o si es dominante y puede venir desde mucho tiempo atrás. Desde*

nuestros abuelos, desde nuestros bisabuelos, depende de la ascendencia que tengamos. En el caso, por ejemplo, de mis abuelos ... mis abuelos eran morenitos, entonces de ahí mi hermano sacó el color de piel y yo no sabía.

Fragmento 4, Episodio 6- Relación herencia y el ambiente-Generación espontánea [00:06:58-00:07:05]

M: *Entienden la información que se les acabó de dar... ¿Sí entienden todo completo?*

Fragmento 5, Episodio 6- Relación herencia y el ambiente-Generación espontánea [00:07:29-00:07:32]

M: *Mucho cuidado... embarazo ... tomar... cuidado ... pastillas cuidado*

Fragmento 6, Episodio 6- Relación herencia y el ambiente-Generación espontánea [00:07:50-00:08:13]

M: *...algunos no tienen el pabellón auricular, algunos caminan así con una pierna más larga que otra, muchos, muchos problemas al nacer, Y ya ahora, con lo que explicó la profesora ya más clara la información ...*

Fragmento 7, Episodio 6- Relación herencia y el ambiente-Generación espontánea [00:08:57-00:11:05]

M: *... se les había mencionado que la marihuana causa esos problemas en el semen del hombre, causa impotencia sexual y cuando menos piensan ustedes van a tener sus hijos y los hijos van a heredar problemas genéticos, problemas ... van a tener problemas al nacer, discapacidades múltiples, retrasos mentales ... porque ahhh no ooo ¡normal! ... Yo sigo consumiendo drogas o cerveza o licor no hay problema ... yo sigo en mis rumbas yey yey y jow jow y súper chévere todo, en la fiesta, en la rumba electrónica y súper chévere brincando ... y consumiendo drogas ... y fumando ... y todo muy rico ... y*

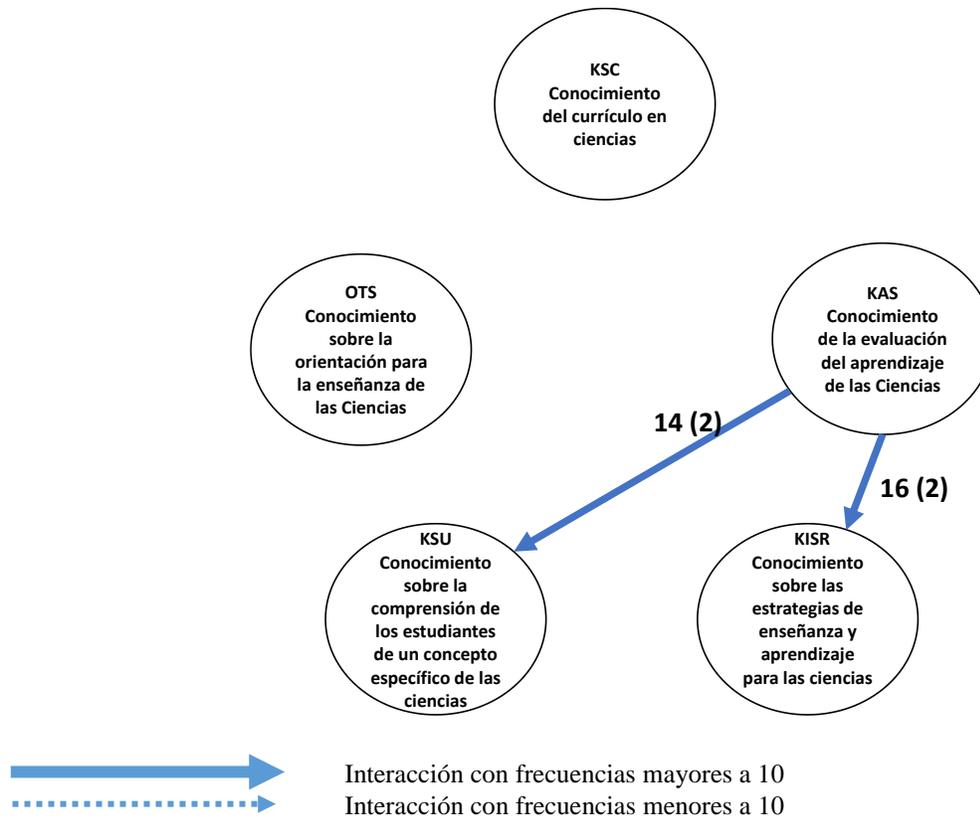
ya se encuentran allá en la rumba una súper mujer así bien esbelta 90-60-90, voluptuosa, se le sale ese corazón porque, ¡qué mujer tan hermosa! entonces muy chévere, ¡vámonos! ¡vámonos! Sí... tenemos relaciones sexuales y no usa el condón, no se protege, no usa nada. Yo tengo mucha plata ... yo respondo por todo ... Bueno. Sí, ¿cómo no? ¡ya! y luego a los 9 meses nace el bebecito y ¡hay que ricooo vamos a tener un hijo! Sí ... ¡súper! cuando nace el bebé ... con problemas ... problemas motores ¿motrices dice la profesora? con problemas físicos, problemas mentales, hidrocefalia, con una pierna más larga que la otra, con cojera. Noooo ¡No! normal y ya ... pero yo ¿qué pasó? ... Ay ¡verdad que yo consumía mucha droga! ¡que consumía muchas drogas ... pues, mucha marihuana, yo consumía mucho trago, yo consumía.... Ahhhh ya... esas son las consecuencias de los actos y de las decisiones que tomamos en la vida.

Esta evidencia apoya su respuesta en la entrevista ReCo, cuando expresó que se interesa mucho en la manera de cómo llegar a los estudiantes, a través de las realidades de la vida.

Con estas observaciones se pudo determinar el PCK del modelo lingüístico revelando que el componente que se activa con más fuerza es el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS*, el cual interacciona fuertemente con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* con una frecuencia de 14 veces durante las clases y también con el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* con una frecuencia de 16 veces durante las clases. Siendo este último componente el que más dirige su acción docente (Figura 13)

Figura 13

Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS: componente del PCK del modelo lingüístico que se activa con mayor fuerza y su interacción con el Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR y con el Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU.



Los números sobre las líneas indican las frecuencias de interacciones entre los componentes de acuerdo con las evidencias de los episodios de la unidad didáctica de genética. Los números entre paréntesis sobre las líneas, indica el número de preguntas que se le hicieron a la profesora en la entrevista semiestructurada a partir de la ReCo.

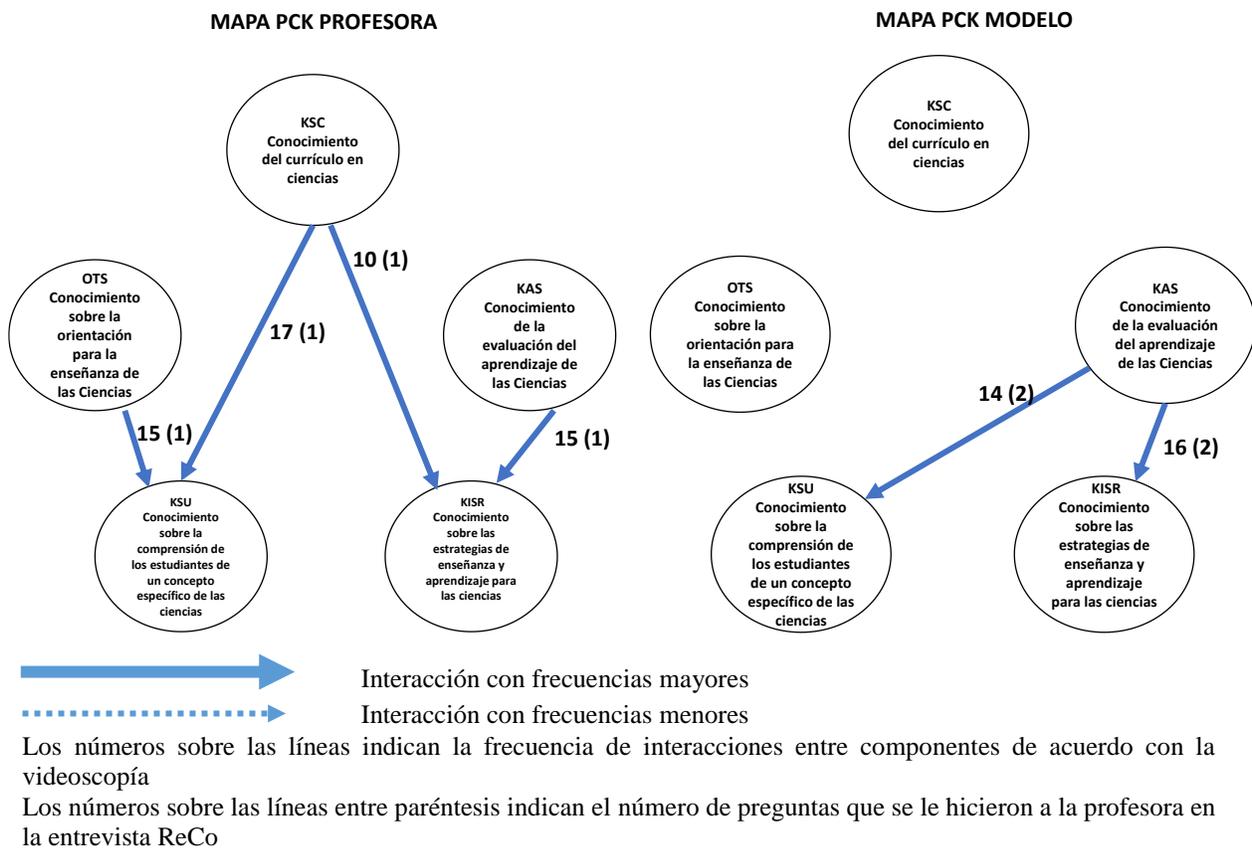
A pesar de que el modelo lingüístico no es considerado oficialmente un profesor, participa como apoyo para la integración escolar y muchas de las funciones dentro del aula son delegadas por la profesora, especialmente la función de la evaluación “...*el modelo lingüístico me ha ayudado*

mucho en lo que tiene que ver con la parte de evaluación”. Quizás, esto explica el por qué los componentes del *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* dirigen la acción docente del modelo lingüístico en el proceso de enseñanza de genética a estudiantes sordos.

De acuerdo con estos resultados se puede evidenciar que el PCK del modelo lingüístico y el de la profesora se correlacionan o trabajan de manera colaborativa, en tanto el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* son componentes que interaccionan fuertemente con aquel componente que se activó con mayor fuerza en cada uno de ellos (Figura 14).

Figura 14

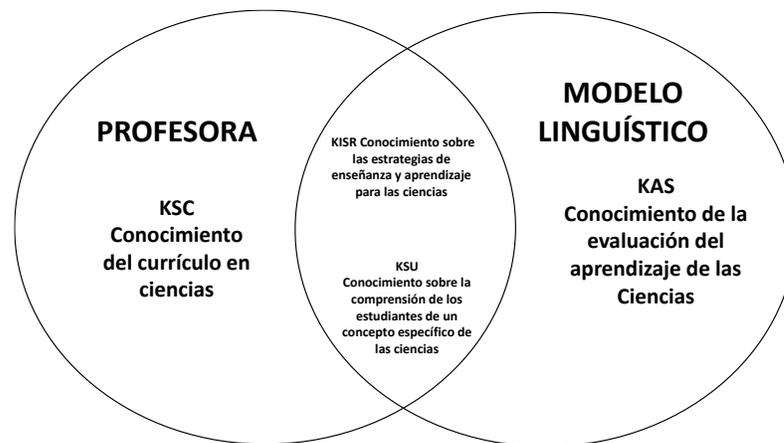
Comparación del mapa PCK de la profesora y del modelo lingüístico con respecto a los componentes que se activan con más fuerza y que dirigen su práctica pedagógica



La Figura 15 resume esta correlación que existe entre los componentes del PCK de la profesora y del modelo lingüístico. Se observa cómo el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*, que es el componente que se activa con más fuerza en la profesora, interacciona con el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS*, que es el componente que se activa con más fuerza en el modelo lingüístico. Esta correlación está unida por el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y las *Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias*

Figura 15

Correlación entre los componentes del PCK de la profesora y del modelo lingüístico



En esta investigación se observa que el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* es el que dirige la práctica docente de la profesora, pero es apoyada por las funciones evaluativas del modelo lingüístico. En cambio, en este último, el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* es el que dirige su acción docente y, en este caso, es apoyado por la profesora a través del *conocimiento del currículo en ciencias-KSC* y también por *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS*.

Para muchas investigaciones el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* y el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* no son los componentes que se activan con mayor fuerza en el PCK de los profesores (Reynolds & Park, 2020; Suh & Park, 2017). Sin embargo, los resultados muestran que en la enseñanza de las ciencias naturales a estudiantes sordos estos componentes son los que se activan con mayor fuerza en la profesora y en el modelo lingüístico respectivamente.

Esta correlación de los PCK, permite una reflexión sobre cómo la profesora prepara la unidad didáctica de genética para enseñar a estudiantes sordos mediante la explicación de contenidos al modelo lingüístico. De esta manera podría hacer que la enseñanza de los conceptos de genética sea transmitida en su lengua nativa. Para lograr lo anterior, se apoya de contenidos específicos que son establecidos para el grado escolar que se requiere orientar. Es posible que con la fuerte activación del *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*, pueda llevar a cabo sus adaptaciones curriculares de una manera organizada y con gran optimización del tiempo.

Es así como la profesora siempre está en constante cuestionamiento sobre la manera cómo aprenden los estudiantes y orienta la enseñanza de las ciencias mediante estrategias que tengan que ver con explicaciones de la vida real. En consecuencia, su práctica, está dirigida por el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*, pero se apoyan en el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*. Se mencionó que se ayuda de representaciones visuales en tanto es el canal por el cual aprenden los estudiantes sordos.

Dentro de las estrategias, se encuentra la evaluación y para ello, se apoya enormemente de las adaptaciones del currículo y del modelo lingüístico que tiene el conocimiento de la lengua de señas colombiana y su capacidad de entender los conceptos para la elaboración de nuevas señas de acuerdo con el vocabulario del tema específico.

Para lograr estos objetivos y como se explicó anteriormente, se hace necesario tener el vocabulario específico de la ciencia. Sin embargo, las señas para los conceptos específicos son limitadas y no se cuenta con los recursos necesarios para desarrollarlas, lo cual hace más difícil fomentar la equidad en el aula (Enderle, *et al.*, 2019).

El modelo lingüístico en conjunto con la profesora ofrece formas de enseñanza más eficaces para este tipo de estudiantes y oportunidades para una comunicación más fluida en esta área en particular de las ciencias naturales.

La evaluación es un proceso importante que ayuda a identificar si el estudiante tiene fortalezas y debilidades que ayudarán a considerar decisiones para avanzar en un proceso. En este

sentido, la profesora debió apoyarse del modelo lingüístico para alcanzar mayor comprensión por parte de los estudiantes, tal como se observó en las intervenciones de (M) durante el episodio de evaluación (Frecuencia: 4) y por ello se activó el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS*, en donde la profesora estuvo atenta durante el desarrollo de estas actividades.

Lo anterior, se evidencia cuando se están evaluando a los estudiantes algunos conceptos de herencia, y el modelo lingüístico interviene explicando mediante su propia condición de piel, o con algunos casos de la vida real cuando los estudiantes no responden a ciertas preguntas.

Fragmento 7, Episodio 4- Genética -ADN y Vocabulario en señas [00:06:52-00:07:48]

M: ... *Cuando ya conocí a mis abuelos y cuando era muy pequeñito, fuimos a visitar a mis abuelos, ya ahí me di cuenta que mis abuelos eran morenitos y por eso mi hermano era morenito esa fue el ADN que obtuvieron de los papás, de los abuelos. ¿Sí me hago entender?*

Estudiante (E9): *Si yo entiendo muy bien tu explicación, entiendo muy bien lo que dices y a qué te refieres*

Fragmento 8, Episodio 6- Relación herencia y el ambiente-Generación espontánea [00:08:19-00:12:15]

M: *Entonces, por ejemplo, ustedes piensan: bueno ... ¡físicamente estamos bien! Por ejemplo, E2, E4, E12, que ya les explicó ... que pasó ¿cierto? y ya yo les dije, ya ustedes verán si se van a tomar y a fumar marihuana ... y cocaína ... y no hacen caso ... y ya después lo que explicamos hoy, con el tema que vimos hoy, se siguen fumando marihuana ... ahhhh no ... ¡normal! eso nooo ... eso no pasa nada, eso es normal. Y ya después ¿qué? ahhhh no ... ¡normal! ¿consumir marihuana? ... ¡normal! ... mucho cuidado*

P: *vea Él [se refiere al modelo lingüístico] tiene razón en lo que les dice a ustedes. ¿Qué pasa? las sustancias que nosotros consumimos, tienen efectos secundarios, que pueden ser a largo plazo en nuestra vida. Por ejemplo, un daño neuronal en una persona*

consumidora o alcohólica ... puede tener más fácil un derrame cerebral o un accidente cerebrovascular que termine permitiendo limitaciones a nivel cognitivo o a nivel motriz a lo largo de su vida.

En este caso la profesora corrobora lo que argumenta el modelo lingüístico apoyando su práctica con otro ejemplo adicional.

Finalmente, en un inicio se indicó que otro agente educativo importante fue la intérprete quien traduce el español a lengua de señas y viceversa. A pesar de que no se considera un docente dentro del aula de clase es una persona sumamente importante durante el proceso de enseñanza y de aprendizaje para los estudiantes sordos.

4.4. El papel determinante de la intérprete y su influencia en el componente de estrategias de enseñanza a estudiantes sordos

Varios estudios han reflexionado sobre la necesidad y el papel que cumple un intérprete de lengua de señas en un contexto educativo, como mediador entre dos lenguas: La lengua nativa de los sordos (señas) y la lengua oral (Pérez *et al.*, 2020; Burad, 2009). También se han cuestionado sobre el perfil que necesitan alcanzar las personas que se dedican a esta labor en el ámbito educativo y si es preciso que sean personas calificadas ya que es muy importante que los intérpretes trasciendan a una cualificación académica y profesional que pueda brindar estrategias y herramientas metodológicas (Rodríguez *et al.*, 2018).

En este estudio, se pudo evidenciar que la intérprete, además de querer cualificarse de manera profesional, es sensible frente a prácticas inclusivas de estudiantes sordos y se interesa por conocer cómo aprenden estos estudiantes. A pesar de que no se considera una maestra es consciente

de que, si en el aula de clase se brinda un dominio de la lengua de señas y se utiliza de manera efectiva en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, las barreras se disminuyen favorablemente.

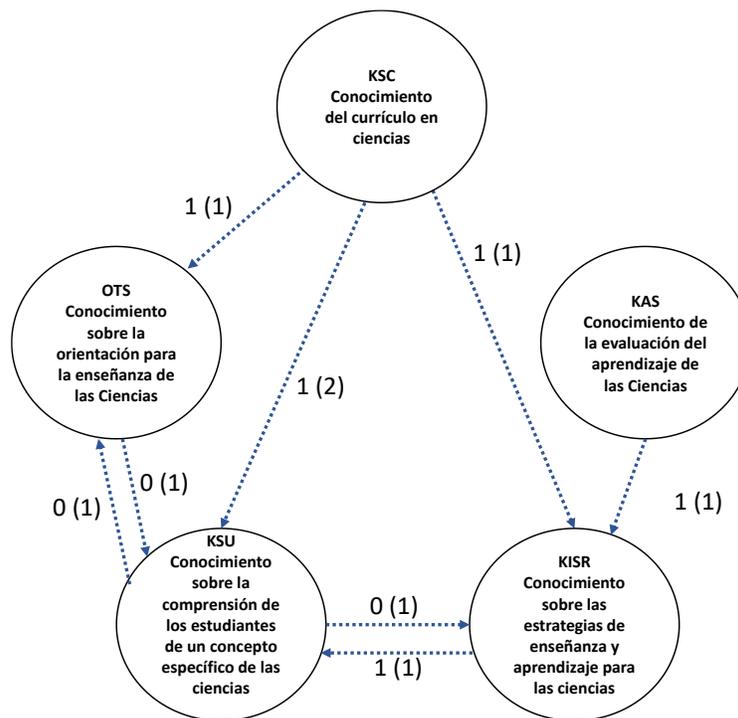
Fragmento de la entrevista biográfica I [00:01:02-00:24:11]

I ...: Estoy realizando primer semestre de la profesionalización de intérprete de lengua de señas colombianas... Anterior a eso, estudié en la universidad de Antioquia en la Licenciatura en lenguas extranjeras, ... ahora la estoy haciendo en la Universidad Nacional abierta y a distancia, la estoy haciendo virtual...” [se refiere a la profesionalización de Lengua de Señas Colombiana]

...Es mucho la actitud del docente más que barreras. También hay muchos estudiantes sordos que llegan muy tarde a la escuela y no han adquirido bien la lengua de señas. En este caso, toca bajar un poco el nivel de la lengua de señas y adaptarla para que ellos la entiendan mejor, de tal manera que no sea tan técnica tan, profesional y elevada porque entonces ellos se pierden. También hay muchos sordos que son hipoacúsicos, que han sido operados, que han sido oralizados y que llegan al colegio muy tarde. El año pasado, por ejemplo, tuve tres en décimo, que no sabían señas entonces se la pasaban hablando y hablando, entonces a uno le toca también hablarles, oralizarles para que ellos entendieran la clase y los profesores tratar de adaptarse a ellos. Sin embargo, veo que el aprendizaje es igual para todos los estudiantes, sin barreras

En esa misma línea, se ha reportado que la persona intérprete debe disponer de tiempo para la preparación de las clases en lo que se refiere al trabajo colaborativo con el profesor (Nogueira *et al.*, 2012). Lo anterior, implica que debe preparar la clase con la profesora para poder proponer y disponer del material necesario. En caso de no presentarse esta dinámica resultará una barrera puesto que se ha visto, en algunas investigaciones, que el docente no brinda los contenidos a la persona intérprete de manera previa o el profesor no tiene la seguridad de cómo dirigirse al estudiante sordo por desconocimiento de las funciones de este agente educativo (Villoslada, 2007).

Sin embargo, en este caso se evidenció, que la intérprete siempre prepara las clases de manera conjunta con la profesora, incluso con el modelo, lo cual se pudo verificar con el mapa de su PCK en donde se observa que participa en la planeación de las clases, pero su interacción en el aula se limita sólo a la traducción e interpretación de los conceptos. Por ello, no hay un componente específico que se active de manera fuerte como ocurrió en el caso de la profesora o del modelo lingüístico (Figura 16)

Figura 16*PCK de la intérprete*

Interacción con frecuencias mayores a 10

Interacción con frecuencias menores a 10

Los números sobre las líneas indican las frecuencias de interacciones entre los componentes de acuerdo con las evidencias de los episodios de la unidad didáctica de genética. Los números entre paréntesis sobre las líneas, indica el número de preguntas que se le hicieron a la profesora en la entrevista semiestructurada a partir de la ReCo.

La Tabla 14 muestra las evidencias de las entrevistas ReCo y las intervenciones en clase con las cuales se pudo construir el mapa del PCK de la intérprete.

Tabla 13

Evidencias de las entrevistas ReCo de la Intérprete y sus intervenciones en los episodios de la unidad didáctica de genética

COMPONENTE DEL PCK	PREGUNTA DEL PCK	RESPUESTA DE LA INTÉRPRETE	EPISODIOS RELACIONADOS
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar?	<i>La profesora es la que siempre nos dice que es lo que hay que hacer, ella nos da los pasos. Yo intervengo desde mi rol de intérprete que es interpretando todo lo que ella me diga qué hay que hacer y el modelo se encarga de buscar las señas, de entender bien la seña, de modelarla para los estudiantes sordos. Si la seña no existe, porque hay muchas señas que no existen, no están en los libros de FENASCOL, él y los estudiantes se ponen de acuerdo para crear las señas.</i>	E5 Fragmento 1 La intérprete vuelve a explicar con señas las características del vello púbico en personas con aberración cromosómica de Klinefelter
	¿Qué deseaba que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?	<i>Me interesa mucho la lengua de señas en contexto, es decir, la pragmática. Cómo los sordos pueden aplicar esos conceptos de su vida personal porque ya que ellos no tienen como esos referentes, ni la posibilidad de escuchar muchas cosas, entonces que ellos entiendan algo como: “Bueno, yo heredé de la nariz de mi mamá” o “heredé los ojos de mi papá” “ahhh yo soy crespa como mi mamá” “ahhhh yo tengo los ojos de mi abuelita porque ninguno de los dos tiene los ojos azules” o que muchos sordos nacen con un ojo azul y el otro ojo negro, ... con un mechón de pelo blanco.</i>	No muestra evidencias de interacción entre componente del PCK en el aula
	¿Qué conocimientos en genética, por lo que has aprendido y que consideraste, no eran necesarios de enseñar a los estudiantes?	<i>¿De lo que vimos?... No. Con los sordos, a veces es muy difícil abarcas todos los contenidos.</i>	No muestra evidencias de interacción entre los componentes del PCK en el aula
	¿Cuáles crees que eran las limitaciones o son las dificultades que suelen estar relacionadas con la enseñanza sobre este tema?	<i>¿sobre genética? ... de pronto el aprendizaje del español, es decir de los conceptos en español. Que el sordo aprenda el sobre el ARN: la seña y el nombre en español. Porque para los sordos el español es terrible.</i>	No muestra evidencias de interacción entre los componentes del PCK en el aula
	¿Por qué creía que era importante que los estudiantes conocieran estos contenidos de genética?	<i>Primero, porque ellos tienen derecho a acceder a toda la información en la educación, al igual que lo hacen los oyentes, las personas invidentes y todos los que podemos escuchar. Segundo, porque eso les permite a ellos abrir un mundo nuevo.</i>	No muestra evidencias de interacción entre los componentes del PCK en el aula

Orientación para la enseñanza de las Ciencias	¿Cuáles creía que eran las dificultades/limitaciones relacionadas con lo que los estudiantes suelen entender sobre este contenido?	<p><i>¡No! si hay interés, está motivado y cuenta con un buen equipo en el salón: intérprete, modelo y docente y, además, es estudioso en casa, ¡no! Depende de la actitud y que también algunos tienen problemas cognitivos, lo cual hace que haya que hacer un trabajo con ellos aparte. El modelo se sienta con ellos aparte, les repite más, les hace más dibujos, les explica mejor, pero eso es más un trabajo del modelo.</i></p>	No muestra evidencias de interacción entre los componentes del PCK en el aula
Comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias	¿Qué sabe usted sobre la manera de pensar de sus estudiantes, que influye en la enseñanza de estos contenidos?	<p><i>Obviamente los sordos no se entienden con los papás. Es muy escaso el sordo que tiene una comunicación efectiva y asertiva con su familia. Por ejemplo, cuando uno habla de la reproducción sexual, ellos no tienen idea qué es eso. En otros casos, lo aprenden viendo pornografía y que pesar por que los padres no son capaces de explica. Es decir, ellos las aprenden, pero dicen: “pero por qué mi mamá y mi papá me dijeron otra casa” o “por qué mi papá y mi mamá hacen otra cosa” o “mi papá fuma marihuana y qué tiene de malo” ... entonces como ellos se guían por lo que ven, ellos creen que todo lo que ven está bien.</i></p>	No muestra evidencias de interacción entre los componentes del PCK en el aula
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias	<p>¿Cuáles son los procedimientos para enseñar estos contenidos (y las razones por las cuales los usa)? ¿Para esta unidad didáctica los intérpretes participaron en la planeación? ¿De qué manera? ¿Quién o quiénes diseñaron las señas para los conceptos relevantes? ¿Usted se comunicó con los estudiantes en lengua de señas? ¿Qué actividades planeó para la enseñanza de estos contenidos?</p>	<p><i>Los intérpretes no somos docentes porque nosotros no somos licenciados, ni pedagogos, pero sí somos un referente para el sordo. Nosotros no ejercemos el papel de enseñar, pero sí debemos dar un buen ejemplo a los sordos, estar muy atentos y pendientes de ellos, siempre hablar en lengua de señas porque cuando uno habla con el docente, el sordo piensa: “¿Están hablando de mí? ¿Qué pasa? También es importante ser un buen modelo para ellos en conducta y en comportamiento. Con la profe, nos sentamos a planear la clase. El eje temático y la malla curricular, eso ya está. La profesora se sienta con nosotros y nos dice: “ah bueno ... vamos a empezar el tema de genética”, en este caso. Con la profe yo llevo muchos años y por esa razón yo ya sé lo que vamos a hacer. De todas maneras, nos sentamos siempre con el modelo y la profe nos dice: “Vamos a ver Mendel” o “el tema de los alimentos transgénicos” ... yo siempre le interpreto al modelo. Si el modelo pregunta: “¿Qué es eso?” y yo no sé, le pregunto a la profe y ella nos explica, dándonos la clase a nosotros dos. Nos explica mostrando un video, nos muestra la información. Luego la profe nos pregunta: “¿Hay seña para eso?” y nosotros empezamos a buscar en los libros, que son estos. Dejamos la seña así. Después ella nos brinda el material, si es un video ... yo lo interpreto, lo grabamos, lo editamos (en el</i></p>	E5-Fragmento 1 La intérprete vuelve a explicar con señas las características del vello púbico en personas con aberración cromosómica de Klinefelter

		<i>colegio hay unos compañeros que se encargan de hacer eso, compañeros intérpretes o hay un sordo que también hace eso).</i>
		E6-Fragmento 1
Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las Ciencias	¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes comprenderían o no los contenidos?	<p><i>¡No! profe, la evaluación la hace la docente y el modelo. En este caso, la docente delega al modelo la evaluación. Pero yo no hago evaluaciones, solamente evaluó el servicio que estoy prestando. Miro la cara de los estudiantes y voy haciendo las señas. y entonces la profe va hablando y yo voy interpretando, ...</i></p> <p>[I pregunta a estudiante 11 al verla inquieta] ¿Qué pasó E11? E11 pregunta... T con A ... Adenina con Tiamina [se refiere a Timina]</p>

Con estas respuestas a las preguntas ReCo se puede demostrar la fuerte cooperación de la intérprete en la planeación de las clases con la profesora. Para la intérprete es muy importante tener conocimiento previo de los contenidos para poder buscar estrategias para la enseñanza de los conceptos que se verán en la clase. Además, resalta la importancia de planear junto con la profesora y el modelo los contenidos de genética que deseaban enseñar:

Fragmento de la entrevista ReCo I [00:01:19-00:03:57]

Inv: *¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar? ¿Sabías?*

I: *... ¡Sí, claro! con la profe y el modelo siempre nos hemos reunido. En el colegio nos quedábamos después de clase y hacíamos la planeación ... Primero un tema lo enseñamos y luego, el otro tema lo planeamos, lo enseñamos y así sucesivamente. Pero, obviamente, la profe es la que siempre nos dice qué es lo que hay que hacer, ella nos da los pasos. Yo intervengo desde mi rol de intérprete que es interpretando todo lo que ella me diga que hay que hacer y el modelo se encarga de buscar las señas, de entender bien la seña, de modelarla para los estudiantes sordos.*

Esta evidencia apoya, una vez más, que el componente que se activa con más fuerza en el aprendizaje de la genética a estudiantes sordos es el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*. Asimismo, se evidencia cooperación con la profesora y con el modelo lingüístico cuando menciona que es muy importante tener en cuenta el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*, que son los componentes que interactúan fuertemente con el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* en la profesora. También refuerza el PCK de modelo con el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* que es el componente que se activa con más fuerza en el modelo lingüístico.

Esta interesante observar cómo estos resultados muestran un trabajo colaborativo para la formación de estudiantes sordos en genética mediante las habilidades de tres agentes educativos: Profesora, modelo lingüístico e intérprete. Lo anterior, podría ser explicado a través del modelo de consenso refinado del PCK en la educación científica (Kirsten & Daehler, 2019).

Este modelo describe el conocimiento y experiencias en diferentes capas complejas que dan forma e informan sobre la práctica de los docentes y median los resultados: PCK colectivo, PCK personal y PCK promulgado, lo cual sitúa el conocimiento profesional especializado de cada uno de ellos en diferentes entornos que van desde el conocimiento colectivo hasta el individual. Este modelo también reconoce que las bases de conocimiento profesional más amplias son fundamentales para el PCK del profesor. Sin embargo, el contexto de aprendizaje en el que trabaja puede influir en gran medida en la enseñanza que tiene lugar (Kirsten & Daehler, 2019).

4.5. La interacción de la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico aportan a las decisiones sobre la enseñanza de las ciencias a estudiantes sordos

Como se pudo evidenciar en los resultados en este contexto de enseñanza a estudiantes sordos es indispensable el modelo lingüístico, ya que garantiza aún más la comprensión de los conceptos. Su articulación con la propuesta curricular en la educación para estos estudiantes en particular, genera estrategias que ayudan a alcanzar metas e interacciones importantes entre la profesora, y los otros dos agentes educativos.

De acuerdo con lo anterior, el Instituto Nacional para Sordos-INSOR (2016) indicó que esta articulación permite el desarrollo de contextos y experiencias de interacción que ofrecen condiciones lingüísticas y comunicativas que garanticen a los estudiantes sordos y a los agentes educativos el dominio de la Lengua de Señas Colombiana-LSC. También resalta la importancia del español en el contexto escolar y de los espacios pedagógicos para llevar a cabo la enseñanza en este ámbito educativo.

A pesar de que existe esta interesante unión de estos agentes educativos se ha reportado en las últimas décadas que existen falencias en la búsqueda de estrategias y metodologías que permitan el debido desarrollo del conocimiento de las ciencias naturales a estudiantes sordos (Pérez *et al.*, 2020). Los docentes son los principales responsables de buscar dichas estrategias para incentivar el interés de estos estudiantes y también la implementación de procesos de interacción con los oyentes (Roald, 2002).

Sin embargo, Sousa y colaboradores (2019) indicaron que para que eso suceda es necesario que se estipulen garantías financieras para tener la disponibilidad del equipo de trabajo en el aula, quienes utilizan apoyos visuales pertinentes a las necesidades de los estudiantes sordos. Lo anterior, requiere que el Gobierno Nacional facilite los instrumentos necesarios a las instituciones educativas para promover su inclusión en el aula.

Los hallazgos de esta investigación evidencian la importancia de la interacción entre la profesora, la interprete y el modelo lingüístico en la enseñanza de las Ciencias Naturales a

estudiantes sordos. Las categorías emergentes que resultaron de las entrevistas biográficas visibilizaron la sensibilización, la motivación para la inclusión en el aula y una enseñanza sin barreras por parte de estas personas, en un contenido tan abstracto en biología como es la genética.

Estos resultados concuerdan con los argumentos de Calvo (2013) en donde resalta la importancia de la sensibilización frente a la educación inclusiva ya que es una posibilidad de “producción de saber”. Explica, por ejemplo, que los profesores que laboran en sectores vulnerables reflexionan sobre sus propias experiencias y permiten reconocer las estrategias y los formatos didácticos que favorecen el trabajo con los estudiantes y garantizan el derecho a la educación con calidad.

Por lo tanto, estas categorías aportaron al desarrollo del PCK de la profesora, del modelo lingüístico y de la intérprete en un contexto de inclusión en el aula y a las decisiones que la profesora tuvo que tomar en el marco de su pedagogía inclusiva para proporcionar una enseñanza adecuada que tuviera en cuenta a todos los individuos, sus diferencias y necesidades.

Si bien el PCK de la intérprete no se evidenció durante las intervenciones en el aula, su función aportó fuertemente al desarrollo del PCK de la profesora y del modelo lingüístico, en tanto la planificación de las clases favoreció las estrategias empleadas para la comprensión de los estudiantes. Varios autores concuerdan que, para avanzar en la inclusión, se deben reducir las barreras que impiden o dificultan la participación y el aprendizaje de los estudiantes en condición de vulnerabilidad (Aincows *et al.*, 2006; Duk, 2010).

Estas barreras están muy relacionadas con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y con el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*, en tanto una de las mayores dificultades en la enseñanza a estudiantes sordos es el aprendizaje de la lengua de señas mediante el contacto con personas sordas y oyentes que la conozcan y les hagan devoluciones. Además, es difícil encontrar personas que puedan desarrollar materiales didácticos como soporte de enseñanza (Pérez, 2001; Alonso & Rodríguez, 2004; Rodríguez, 2006):

Por lo tanto, es de gran importancia la asistencia no sólo de intérpretes, sino también de profesores sordos y oyentes que sean competentes en lengua de señas y que puedan eliminar estos impedimentos.

4.5.1. PCK colectivo: el trabajo colaborativo entre la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico es el primer paso para la construcción de una adecuada enseñanza de las Ciencias Naturales a estudiantes sordos

Entender cómo es el trabajo colaborativo entre la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico, es clave para la construcción de una adecuada enseñanza de la genética a estudiantes sordos y es el punto de partida para explicar los alcances del PCK como un gran aporte en el área de la inclusión.

Con esta investigación se pudo evidenciar que este trabajo colaborativo comienza con la planeación de las clases mediante un acercamiento entre estos tres participantes. La profesora explica los contenidos a la intérprete y esta última los traduce al modelo lingüístico en lengua de señas. De esta forma, se intenta transmitir el mensaje de la manera más fiel posible a los estudiantes en tanto se hará en su lengua nativa.

Es importante recordar que la intérprete y el modelo lingüístico no necesariamente tienen formación en Ciencias Naturales y por ello, la comprensión inicial de los conceptos es indispensable para la planificación de un tema en particular. En este caso, la profesora se apoyó en los contenidos en genética para buscar estrategias adecuadas en donde estos agentes tuvieron un protagonismo especial. Es así como se explica que el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* es el que se activó con más fuerza en esta profesora en un contexto de inclusión con estudiantes sordos.

Si bien algunas investigaciones indican que un alto conocimiento del contenido no garantiza un adecuado PCK (Kirschner *et al.*, 2016; Paulick *et al.*, 2015;) otros estudios indican que una

falencia en este conocimiento es el mayor obstáculo para realizar cambios en la práctica pedagógica (Melo & Cañada, 2020; Melo *et al.* 2017).

Son varias las investigaciones en donde se reporta que el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* es el que menos aporta al PCK del profesor (Reynolds & Park, 2020; Ravanal & López, 2016; Aydin *et al.*, 2015, Aydin & Boz, 2013). En ese orden de ideas, Ravanal y López (2016) indicaron que el profesor no se atreve a modificar o a realizar ajustes al currículo dada la gran presión que existe en la institución educativa sobre el cumplimiento del mismo.

Por ejemplo, Bohórquez y colaboradores (2019) encontraron en su estudio que el profesor de biología resaltaba la importancia de los conocimientos teórico-conceptuales posicionándola en un paradigma empírico-positivista, en tanto enseñaba los contenidos sin pasar por una reflexión didáctica.

Para el caso de la profesora de esta investigación, pareciera que la enseñanza de la genética a estudiantes sordos también se centrara sólo en la transmisión de conceptos y el entendimiento de los mismos en la lengua de señas, pero esta percepción se desvanece cuando ella decide qué enseñar del currículo para facilitar adaptaciones en tanto flexibiliza el tiempo y realiza cambios de las estrategias de acuerdo con las necesidades de los estudiantes y para orientar su enseñanza a la realidad de cada uno de ellos.

Lo anterior, está en línea con los argumentos de Brines y colaboradores (2016) quienes indicaron que los conocimientos sobre el currículo de la disciplina científica ocupan un lugar muy importante junto con las estrategias de enseñanza, la comprensión y evaluación de los estudiantes ya que introducir en el aula una metodología de enseñanza con secuencias de actividades de aprendizaje que abordan situaciones de la vida real, permite al estudiante que a partir de sus ideas iniciales puedan construir su conocimiento (Furió & Furió, 2009).

En este estudio se encontraron evidencias de una fuerte interacción entre el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*, lo que refuerza la idea de que la profesora busca que los estudiantes comprendan los conceptos mediante estrategias que

minimicen los obstáculos que puedan enfrentar siendo sordos. También se busca promover la participación más activa de ellos y que tengan un mayor control de su aprendizaje (Parra *et al.*, 2019)

En este orden de ideas, Parra y colaboradores (2019) encontraron que, a pesar de que el currículo no fue el componente más preponderante, la interacción de estos componentes indica que los contenidos son fundamentales en la práctica pedagógica y que están orientados hacia sus estrategias y hacia la comprensión de sus estudiantes.

Por su parte, Melo y Cañada (2020) indicaron que, si un profesor tiene más confianza y comprensión en los contenidos que enseña y, además, revisa sus prácticas y crea nuevas maneras de representación didáctica podría alcanzar un PCK más elaborado. Sin embargo, explican que los profesores tienen una alta resistencia al cambio sobre lo que ellos hacen en el aula en comparación a lo que planifican y lo que declaran.

En esta investigación, la profesora expresó en la entrevista ReCo que una planeación minuciosa de contenidos, junto con la intérprete y el modelo lingüístico resulta indispensable para tomar decisiones sobre el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*. Lo anterior, concuerda con los argumentos de Saeleset y Friedrichsen (2020) quienes indicaron que las estrategias de enseñanza son importantes cuando se toman en cuenta las necesidades de los estudiantes, especialmente a través de representaciones visuales ya que ayudan a estimular resultados cognitivos específicos (Peterson, *et al.*, 2021).

Adicionalmente, para esta profesora la comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes radica en que se transmita el mensaje de la manera más fiel posible y para ello, el vocabulario en lengua de señas, que es su lengua nativa, es la clave fundamental.

En este punto es importante resaltar el aporte del PCK del modelo lingüístico en la enseñanza a estudiantes sordos, ya que el apoyo a la profesora se hace evidente cuando el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* son los componentes que se ven influenciados por el *Conocimiento de la evaluación del*

aprendizaje de las ciencias-KAS, los mismos que interaccionan fuertemente con el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC* en la profesora.

Es interesante ver cómo estos dos componentes confluyen en la práctica de la profesora y en la del modelo lingüístico, lo cual indica que la maestra decide sobre cuáles son las estrategias y representaciones de enseñanza que están basadas no sólo en el currículo sino también en la manera de cómo ella cree que pueden aprender los estudiantes, lo que es la ciencia y el uso del lenguaje (Suh & Park, 2017).

En otras palabras, el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS* es otro componente que dirige la práctica docente en esta profesora, lo cual concuerda con los resultados de Park y Chen (2012) quienes encontraron que este componente se relaciona con el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR*.

Los hallazgos de esta investigación muestran que esta práctica no se desliga del comportamiento del modelo lingüístico en el aula porque, coincidiendo con la profesora en buscar estrategias que acerquen los contenidos a la vida cotidiana de los estudiantes, este modelo intenta explicar los contenidos a partir de su propia condición como sordo a través de analogías, ejemplos de la vida cotidiana o metáforas. Cuando éste comprende los contenidos previamente, es capaz de apoyar a la profesora para el desarrollo de actividades más fluidas con los estudiantes.

Algunas de estas actividades que se desarrollan en el aula y que son apoyadas por el modelo lingüístico están relacionadas con el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS*, el cual, como se dijo anteriormente, fue el que se activó con más fuerza. Incluso, la misma profesora delegó esta función a este agente educativo ya que es indispensable en el manejo de su primera lengua (Palincsar & Brown, 1984).

Son muchas las investigaciones en donde se resalta la importancia de este componente de evaluación junto con el de la Comprensión de los estudiantes (Cuellar, *et al.*, 2015; González & Rossi, 2015; Chapoo, *et al.*, 2014; Park & Chen, 2012; Garnica & Roa, 2012; Chen & Jung, 201) pero en esta investigación se observó una relación consistente con el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*.

Este resultado es similar al de Park y Chen (2012) quienes encontraron que este componente de evaluación estaba muy relacionado con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*. Sin embargo, Chapoo y colaboradores (2014) indicaron que los profesores descuidaban este componente de comprensión al privilegiar los componentes de Orientación hacia la enseñanza de las ciencias y el Conocimiento de la evaluación.

Finalmente, la función de la intérprete en esta terna de enseñanza se convierte en un gran apoyo en la educación ya que promueve el alcance de resultados académicos indispensables en estudiantes sordos. Las investigaciones sobre su papel en el contexto educativo se centran en las señas y en la lengua oral (Pérez *et al.*, 2020; Burad, 2009). Lo anterior, porque un gran problema educativo para estos estudiantes sordos es la dificultad que enfrentan en la expresión escrita al no fortalecer un modelo comunicativo lingüístico (Capistrán, *et al.*, 2017)

Por su parte, Pérez y colaboradores (2020) explicaron que en el contexto educativo un intérprete tiene la función de mediar la comunicación entre el estudiante sordo y su entorno. Es por ello que, en las instituciones educativas, su presencia es fundamental. Además, transmite toda la información del contexto y los contenidos pedagógicos a los estudiantes sordos. Estos autores explicaron que los intérpretes, por lo general, no tienen formación en interpretación de lengua de señas, pero hay normas en diferentes países que emiten instrucciones formales en los cuales indican que se debe tomar un curso en instituciones acreditadas de educación formal, reconocidas para poder llevar a cabo esta función.

A pesar de que la intérprete de esta investigación no cuenta con un nivel profesional, los hallazgos indican que se ha interesado por obtener un título relacionados con lenguas extranjeras. Frente a esta situación, también se ha reflexionado sobre la importancia que las personas que se dedican a esta labor necesitan cualificarse académicamente para dominar estrategias y herramientas metodológicas (Rodríguez *et al.*, 2018).

Lo anterior, porque la falta de una profesionalización en este ámbito puede incidir en los conocimientos de los conceptos, procedimientos, valores y ética que un intérprete de lengua de

señas requiere, con las consecuencias negativas que puede generar en el aprendizaje de los sordos (Muñoz *et al.*, 2018)

Con respecto al PCK de la intérprete es importante resaltar que antes de llevar a cabo los resultados de esta investigación, se asumió que desarrollaba uno en particular, tal como se pensó con la profesora y con el modelo lingüístico. Esto, por su importante labor y apoyo en la planeación y desarrollo de las clases de genética.

Sin embargo, esta idea se cuestionó al observar los resultados obtenidos cuando no se encontró un componente específico que se activara de manera fuerte o que dirigiera su práctica en el aula tal como ocurrió en el caso de la profesora o del modelo lingüístico, ya que su interacción se limitó solamente a la traducción e interpretación de los conceptos.

Por lo tanto, a partir de un análisis de las interacciones de los componentes de su PCK no se puede afirmar que su papel es determinante frente a la planeación y ejecución de la comunicación de los contenidos como traductora, pero no hay un conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias que está mediando las interacciones.

Este resultado, generó confusión en esta investigación hasta que un nuevo rastreo bibliográfico permitió encontrar el capítulo 2 del libro *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (Hume, Cooper & Borowski, 2019) en donde se presenta el Modelo Consensuado Refinado del PCK, el cual podría explicar el trabajo colaborativo de la intérprete cuando, además de la traducción de las señas al español, también tiene disposición para preparar las clases junto con la profesora y el modelo lingüístico, lo cual implica que está influyendo en el desarrollo del PCK de ambos.



Ilustración realizada por: Ana María Lotero Vásquez

CAPITULO V

En este apartado se presentan conclusiones relacionadas con las preguntas planteadas en esta investigación que permitirán visualizar los objetivos alcanzados.

En primer lugar, es importante resaltar que el procedimiento metodológico relacionado con la sistematización del mapeo del PCK, implementado y descrito en este trabajo, proporciona herramientas indispensables para una mejor identificación y comprensión de las interacciones de los componentes, facilitando así, la interpretación de cuál de estos puede tener mayor en los procesos de enseñanza de un tema particular, en un contexto específico.

Por otro lado, los resultados obtenidos y analizados con base en el modelo del pentágono del PCK propuesto por Park y Chen (2012) ofrecen consideraciones importantes sobre la naturaleza del PCK de una profesora que enseña ciencias naturales a estudiantes sordos, ya que aporta significativamente en el ámbito de la educación inclusiva.

Finalmente, en consideración a que no hay muchos estudios sobre PCK en este contexto en particular de la inclusión, estos hallazgos de la profesora y de los otros agentes que interactúan en el marco del modelo educativo implementado en Colombia para los sordos: modelo lingüístico e intérprete, se incorporan de una manera interesante a las nuevas conceptualizaciones del PCK.

A continuación, se presentan estas conclusiones relacionadas con las preguntas de investigación.

Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones de este trabajo en consideración a las preguntas que orientaron esta investigación.

5.1. ¿Cuál de los componentes del modelo del PCK de la profesora de Ciencias Naturales, se activa con más fuerza para caracterizar su conocimiento?

El componente del PCK que se activa con más fuerza en la profesora que enseña ciencias naturales a estudiantes sordos es el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*. Si bien los lineamientos curriculares son muy importantes en las prácticas educativas, para esta profesora en este contexto de la educación inclusiva, es el componente más relevante puesto que la manera más eficaz para que un estudiante en esta condición pueda aprender un concepto, es realizar ajustes razonables que garanticen oportunidades de una educación justa que permitan el desarrollo integral.

De acuerdo con Wilson y Shulman (1987), una manera de realizar estas modificaciones al currículo es iniciar con preguntas al profesor que se consideren necesarias en la planeación de la unidad didáctica, tales como ¿para qué se está enseñando un tema en particular? ¿cuáles son las estrategias que utilizaría? y ¿cuál es la manera en la que aprenden los estudiantes? En ese mismo sentido, la profesora que enseña a estudiantes sordos orienta sus enseñanzas a las necesidades particulares, es decir a la su propia realidad. Se interesa por planear el contenido de tal manera que los estudiantes entiendan la cotidianidad de sus vidas a través de los conceptos, sin invertir mayor tiempo en otros que no aporten a la articulación de su vida en la sociedad. Es así como la profesora flexibiliza el currículo para que los estudiantes sordos puedan comprender y explicar el mundo que los rodea.

La comprensión de los conceptos va más allá de una planeación de contenidos, ya que, según Peluso y Balieiro (2015) el aprendizaje depende de la manera cómo construyen la realidad. En este caso, la profesora conoce muy bien los lineamientos curriculares establecidos para la enseñanza de la genética, pero selecciona aquellos que puedan brindar bases suficientes para eliminar no sólo las barreras auditivas, sino también las de la sociedad. En ese sentido, establece estrategias didácticas a través del sentido de la visión. Estas estrategias son producto de constantes reflexiones relacionadas con las fortalezas que se presentan en la comunidad académica de la institución educativa para poder brindar oportunidades de una educación con equidad.

Las estrategias didácticas para llegar a los estudiantes sordos, son las representaciones visuales con adaptaciones al sistema bilingüe bicultural. Para la profesora, diseñar material con este tipo de adaptación, como apoyo para la enseñanza de la genética, es el principal aporte a los ajustes razonables en el currículo. Por lo tanto, el vocabulario en la lengua nativa responde a la pregunta de cuál es la mejor manera para que estos estudiantes puedan comprender estos conceptos.

En ese orden de ideas, el PCK de la profesora que enseña a estudiantes sordos revela que el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*, interacciona fuertemente el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* y con el *Conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR*. De acuerdo con lo anterior, es interesante resaltar que toma decisiones importantes con respecto a los aspectos metodológicos y curriculares para la comprensión de los estudiantes, sin embargo, tal como lo expresaron Grossman y colaboradores (2005), dominar estos contenidos no garantiza el aprendizaje de los estudiantes y, por lo tanto, harían falta nuevas investigaciones para observar si el aprendizaje de los estudiantes tiene alguna relación con estos componentes del PCK

Por ello, es de gran importancia concluir los hallazgos obtenidos relacionados con los componentes de su PCK que tienen mayor influencia su práctica docente para el desarrollo de nuevas formas de enseñanza, en este contexto de la educación inclusiva.

5.2. ¿Cuál de los componentes de su PCK dirige con mayor influencia su práctica docente para el desarrollo de nuevas formas de enseñanza para estudiantes sordos?

Los componentes del PCK de la profesora que mayor influencia tienen sobre su práctica docente para que desarrolle nuevas formas de enseñanza en atención a los estudiantes sordos son el *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS* y el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS*. Aunque no tienen interacción directa con el

Conocimiento del currículo en ciencias-KSC, son muy importantes para que los estudiantes comprendan los conceptos a través de las estrategias que se implementen para ello.

Lo anterior, porque las estrategias que utilizó en este contexto estuvieron orientadas hacia las creencias que ella tuvo con respecto a los propósitos de este contenido, de tal manera que los estudiantes comprendieran los conceptos de genética a través de sus propias vivencias. Por lo tanto, las analogías de la vida real para ejemplificar los conceptos de genética demuestran que la profesora creía que ésta, era la mejor manera de explicar para que los estudiantes sordos pudieran comprender. Es decir, busca estrategias de enseñanza, de acuerdo con la forma de encaminar su propósito para ayudar al estudiante a comprender el mundo, desde lo que ella conoce dentro de su formación profesional lo cual implica que la profesora comprende lo que es la educación inclusiva.

Frente al *Conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las Ciencias-OTS* del PCK de la profesora, la comunicación en lengua de señas colombiana se convierte en una herramienta indispensable para su enseñanza. Es completamente necesario que los estudiantes comprendan lo que se les está enseñando en su lengua nativa. Por ello, la profesora resalta la importancia del acompañamiento permanente del modelo lingüístico, el cual obedece al modelo bilingüe bicultural utilizado para la enseñanza de los estudiantes sordos.

El PCK de este agente educativo, quien es sordo y tiene la lengua de señas de forma nativa, explica cómo el *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* también es un componente importante que dirige la práctica docente de la profesora. Si bien evaluar a los estudiantes en los conocimientos propios del área es una tarea de la profesora, en este caso se apoya de la función del modelo lingüístico con el fin de que el mensaje le llegue de manera confiable a los estudiantes sordos.

Para poder llevar a cabo este proceso de evaluación de conceptos, se hace preciso entender la correlación que existe entre los componentes del PCK de la profesora, con los del modelo lingüístico. Para iniciar, la profesora brinda a este agente educativo los conocimientos necesarios de estos conceptos, a través de la intérprete de la lengua de señas, quien es otra participante oyente y traduce el mensaje. En otras palabras, la planeación y comprensión de los

contenidos por parte de los otros dos agentes educativos es claramente importante para poder realizar el proceso de enseñanza. La reflexión-acción conjunta de estos tres participantes durante el proceso de planeación ponen en marcha aquellas orientaciones y estrategias que son indispensables para la comprensión de los estudiantes sordos.

La evaluación es otra de las estrategias que emplea la profesora para identificar cuáles son las fortalezas y/o debilidades que tienen los estudiantes para poder avanzar en su proceso de enseñanza. La profesora delega esta función al modelo lingüístico, para que sea más comprensible y confiable el mensaje para los estudiantes sordos. El PCK de este agente educativo, indica que su participación es completamente necesaria como apoyo de la profesora en estos procesos, ya que *Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias-KAS* fue el componente que se activó con más fuerza.

Este componente interactúa fuertemente con el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias-KISR* y con el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU* tal como ocurrió con el componente que se activó con más fuerza en la profesora. Este comportamiento del PCK comparado con el de la profesora, indica que el trabajo cooperativo de estos agentes educativos es indispensable para la enseñanza de los contenidos de genética, ya que desde la planeación de las clases se consideran estrategias conjuntas para la adaptación y adecuación curricular para que los conceptos sean comprendidos de la manera más efectiva por parte de los estudiantes sordos.

Por otro lado, el importante papel de la intérprete de lengua de señas en un contexto educativo, es disminuir las barreras en los procesos de enseñanza y de aprendizaje y, aunque al hacer el análisis del mapeo de su PCK, muestra que su intervención en el aula se limita sólo a la traducción e interpretación de los conceptos, los hallazgos de esta investigación muestran que su papel es determinante y tiene gran influencia en el componente de estrategias de enseñanza a estudiantes sordos ya que participa activamente con la profesora y el modelo lingüístico durante la planeación de las clases. Para ello, debe tener previo conocimiento de los contenidos de tal

manera que le permita buscar estrategias para la enseñanza de los conceptos que se verán en la clase.

También es interesante la reflexión que se genera en torno a interacción entre la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico, ya que los tres aportaron a un PCK colectivo mediante lo que significa para ellos la sensibilización frente a la educación inclusiva, es decir, una enseñanza sin barreras en un contenido de la biología tan abstracto como el de la genética. Ellos reflexionan sobre sus propias experiencias, lo cual les permitió reconocer las estrategias que favorecieron el trabajo con los estudiantes.

Se puede decir entonces que este trabajo colaborativo entre la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico es el primer paso para la construcción de una enseñanza adecuada a estudiantes sordos y en términos de un PCK colectivo se puede concluir como una de las contribuciones más significativas de esta investigación ya que aporta a la conceptualización del PCK en términos del Modelo Consensuado Refinado-MCR.

5.3. ¿Cuál es la mayor contribución de los hallazgos encontrados en esta investigación que potencialice la nueva conceptualización del PCK?

En primer lugar, las reflexiones realizadas sobre las contribuciones especializadas de la profesora, la intérprete y del modelo lingüístico podrían explicar la naturaleza de las interacciones entre estos tres agentes educativos. Lo anterior, es explicado por el Modelo Consensuado Refinado-MCR del PCK, en donde se identifica una capa que describe un conocimiento especializado que tienen los profesores en un determinado campo, como producto de la interacción con otros colegas o protagonistas del entorno, llamado el PCK colectivo.

Por otro lado, y en consideración con lo anterior, se puede decir que cada uno de ellos combina las bases de sus conocimientos y las diferentes experiencias de enseñanza en el tema de

genética en este contexto particular para los estudiantes sordos. Este equipo de profesores interviene en el desarrollo colectivo de una unidad didáctica desde su planeación hasta su evaluación.

Para ello, los tres comparten conocimientos: la profesora desde cada uno de los componentes del PCK, especialmente desde el *Conocimiento del currículo en ciencias-KSC*, el cual tiene fuerte influencia en el *Conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias-KISR* y en el *Conocimiento sobre la comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias-KSU*. En esta misma línea de conocimiento el modelo lingüístico, como persona sorda, hace su aporte a partir de su capacidad para interpretar los conceptos y transmitirlos en la lengua nativa de los estudiantes sordos y la intérprete para traducir los conceptos del español a la lengua de señas y viceversa para una mayor fluidez en la comunicación de la profesora con el modelo lingüístico y con los estudiantes.

Es así como la intérprete y el modelo lingüístico se ubican en esta capa de tal manera que su interacción afecta el PCK de la profesora. Ambos colaboran o intervienen en el conocimiento de las estrategias para ayudar a los estudiantes a eliminar dificultades o barreras frente a la comprensión de un concepto de genética como se evidenció en el caso de las características hereditarias y las explicaciones de algunas enfermedades genéticas que eran explicadas mediante condiciones de la vida real.

Es importante señalar que el MCR no especifica los mecanismos y vías por los cuales los profesores fortalecen su PCK para enseñar ciencias, cambian su enseñanza o conectan varias bases de conocimiento. Tampoco afirma una relación específica entre las acciones de los docentes y el aprendizaje de los estudiantes.

Sin embargo, con estos hallazgos y en consideración con las reflexiones que se han tenido frente al modelo se pudo aclarar la pregunta que se hizo inicialmente en esta investigación de si el PCK es individual para cada uno de los agentes educativos o es compartido entre ellos. Dada las relaciones propuestas se podrían generar preguntas de si los mismos estudiantes sordos pueden contribuir al PCK de cada una de estas personas, explicitando la necesidad de un lenguaje y unas

formas de comunicación especiales para entender los conceptos y compartirlos. Esto coincide con las interpretaciones hechas a partir de la entrevista biográfica de la profesora, donde expresó que una de las estrategias para la enseñanza de la genética es elaborar lengua de señas de este tema en particular con estos estudiantes en conjunto con la intérprete y con el modelo lingüístico.

Al identificar tres dominios de PCK (cPCK, pPCK y ePCK) y la relación con otras bases de conocimiento, los investigadores de PCK pueden ubicar sus estudios en el dominio más apropiado y comenzar a definir mecanismos y vías (Carlson *et al.*, 2019)

Es bastante el trabajo por hacer para explicar el potencial de este modelo y cómo se articula con el modelo del pentágono propuesto por Park y Chen (2012) u otros modelos que definen aspectos del PCK. Se podría pensar en un análisis de cómo hacen y piensan los profesores durante el desarrollo y uso del PCK personal y del PCK promulgado que son las otras dos capas más internas y que pueden ser influenciadas por este PCK colectivo y, en especial, en contextos de educación inclusiva.

5.4. Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre la integración de los componentes del PCK de la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico se puede decir que existe una estrecha relación en torno a la enseñanza de las Ciencias Naturales a estudiantes sordos. Los tres agentes educativos hicieron un aporte importante en las estrategias que favorecieron el trabajo para una enseñanza con equidad. Por lo tanto, el trabajo colaborativo de estos tres participantes, el cual es explicado por el PCK colectivo del Modelo Consensuado Refinado-MCR, es la base principal para la construcción de una adecuada enseñanza de Ciencias Naturales a estudiantes sordos.

De acuerdo con lo anterior, y en consideración a que el MCR tiene la característica de explicar el PCK colectivo, el PCK promulgado, el PCK personal de manera separada por capas, se hace necesario el estudio de cada una de ellas y, en especial del PCK colectivo en este contexto de educación inclusiva. Por ello, se recomienda validar este conocimiento compartido a través de procesos estandarizados en donde se puedan hacer análisis comparativos (Park, 2019).

En otras palabras, hacer más estudios sobre la interacción de los componentes del PCK de un profesor en contextos de educación inclusiva, especialmente para la enseñanza de las ciencias naturales a estudiantes sordos, en tanto es necesario analizar el PCK personal (pPCK) para fortalecer aún más la conceptualización del MCR mediante juicios comparativos sobre el PCK de profesores en ciencias naturales en estos contextos particulares.

Sumado al anterior, es importante realizar el mismo procedimiento con el modelo lingüístico y el intérprete en esta misma área del saber para reflexionar sobre los propósitos de enseñanza. De esta manera se podrían incluir rúbricas de entrevistas ReCo más especializadas que incluyan un componente para analizar el PCK colectivo en un aula particular de estudiantes sordos.

De acuerdo con Park (2019), este concepto de PCK colectivo, claramente incorpora el conocimiento personal de cada uno de los profesores de ciencias, el cual es idiosincrático (Park *et al.*, 2017) y que es necesario para ejecutar una enseñanza eficaz. Por otro lado, Park y Suh (2015) argumentan que el PCK indispensable, el cual se refiere a los aspectos del PCK para la enseñanza

efectiva en una variedad de contextos educativos, es medible de forma normativa, ya que puede diferenciar entre profesores con PCK sofisticados y superficiales para enseñar ciencias. Por lo tanto, el PCK idiosincrático en ciencias es una parte esencial del conocimiento docente que ejemplifica el profesionalismo de los docentes, demostrando su autonomía y capacidad para responder a diversos estudiantes dentro de contextos sociales, culturales y educativos muy específicos, mediante la adaptación y adecuación de materiales y estrategias de enseñanza (Donnelly, 2001; Park & Oliver, 2008b).

Por lo tanto, es importante, en un estudio del PCK, analizar el contexto específico sobre el cual el profesor construye su PCK personal idiosincrático y con base en ello reflexionar sobre el PCK colectivo en torno a lo que cada profesional aporte desde lo que significa enseñar ciencias en este contexto particular de educación inclusiva. Lo anterior, porque el MCR no explica lo suficiente el significado de PCK colectivo ni su estructura interna, de tal manera que ayude a la conceptualización comparativa de cada uno de los PCK de los profesores en ciencias (Park, 2019).

Otra característica interesante del MCR es que ofrece una reflexión sobre la manera en la que los profesores desarrollan un PCK para una enseñanza efectiva en ciencias, lo cual resalta la importancia de los colegas, estudiantes, organizaciones profesionales y factores contextuales este proceso. Por lo tanto, es indispensable realizar rúbricas para medir el PCK en donde se muestren evidencias de estas interacciones sociales al negociar las complejidades del contexto, en especial de la inclusión. En otras palabras, que cada una de las capas del MCR se estudien por separado para una mejor comprensión de este modelo.

Por otro lado, es importante resaltar que los resultados de este trabajo están analizados desde la perspectiva del PCK en el área de la enseñanza de las ciencias naturales a estudiantes sordos, pero no están analizados desde el contexto de educación inclusiva. Se recomienda que estos hallazgos puedan ser introducidos en esta área particular, con el fin de que puedan servir como base para el mejoramiento de los planes de estudio para la formación de profesores.

En ese orden de ideas, se debe observar la educación inclusiva como una oportunidad para proponer estrategias metodológicas dirigidas a la enseñanza de las ciencias naturales a estudiantes

sordos y extrapolarla a otras áreas del conocimiento en aulas con diversidad de capacidades para que puedan alcanzar logros a partir de necesidades particulares.

Por otro lado, se hace necesario abrir espacios de diálogo entre toda la comunidad educativa para saber cómo hacer los ajustes razonables para una educación con calidad, en el marco de la reglamentación institucional, las normativas legales sobre inclusión y todo lo referente a la enseñanza a estudiantes sordos para evitar cualquier tipo de desconocimiento al respecto.

El PCK refuerza el modelo bilingüe bicultural utilizado para la educación de los estudiantes sordos, ya que en los procesos de enseñanza la profesora se apoya de modelo lingüístico y de la intérprete. De acuerdo con los resultados obtenidos, se recomienda que para que se lleven a cabo procesos de inclusión con calidad se deben planear los contenidos de la unidad didáctica que se requiere enseñar con el apoyo de estos agentes educativos.

Lo anterior, con el fin de propiciar la elaboración de material didáctico y también para tener en cuenta con anterioridad cuáles son los apoyos de TIC más adecuados, en este caso con representaciones visuales. Es importante tener a la mano los diccionarios de lengua de señas específicas de la genética y unificarlos con los que existen. Lo anterior, ayuda a la divulgación del conocimiento de la lengua de señas colombiana en el ámbito de las ciencias naturales para mejorar el proceso de enseñanza y de aprendizaje en esta área del saber, en tanto son señas propias de la biología.

En futuras investigaciones sobre educación inclusiva, en especial para la enseñanza de ciencias naturales a estudiantes sordos, se recomienda que tanto el modelo lingüístico como la intérprete se puedan profesionalizar, de tal manera que el PCK colectivo se pueda reforzar en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Comprender los conceptos, permite reflexionar sobre las estrategias para la enseñanza y sobre las formas de comunicación efectivas para realizar los ajustes razonables que puedan atender a las necesidades particulares y al estilo cognitivo de cada uno de los estudiantes.

Referencias

- Abd-El-Khalick, F. (2006). Preservice and experienced biology teachers' global and specific subject matter structures: Implications for conceptions of pedagogical content knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(1), 1-29.
- Abell, S. K., Appleton, K., Hanuscin, D. L. (2010). *Designing and Teaching the Elementary Science Methods Course*. New York: Routledge. Recuperado el 15 de noviembre de 2019 de <https://doi.org/10.4324/9780203859131>
- Abell, S. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea?. *International Journal of Science Education* -. 30. 1405-1416. 10.1080/09500690802187041.
- Ainscow, M., Booth, T., & Dyson, A. (2006). *Improving schools, developing inclusion*. Routledge.
- Akyuz, D. (2018). Measuring technological pedagogical content knowledge (TPACK) through performance assessment. *Computers & Education*, 125(1), 212-225. Elsevier Ltd. Retrieved October 11, 2022 from <https://www.learntechlib.org/p/200863/>.
- Alvarado, C., Cañada, F., Garritz, A., & Mellado, V. (2015). Canonical pedagogical content knowledge by CoRes for teaching acid–base chemistry at high school. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(3), 603-618.
- Appleton, K. (2008). Developing Science Pedagogical Content Knowledge Through Mentoring Elementary Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 19(6), 523-545.
- Arias, R. A.; Valencia, M. A.; Tovar, L. V.; Prado, B. J.; Vargas, S. P.; Márquez, L. A.; Peñuela, P.P. & Montaña, J.C. (2020). Modelo bilingüe bicultural de educación inicial para la primera infancia Sorda. Ministerio de Educación Nacional -MEM. Instituto Nacional para Sordos-INSOR, Bogotá. 112 pp. Recuperado el 12 de noviembre de 2022 de: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Modelo%20Bilingue%20Bicultural%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Modelo%20Bilingue%20Bicultural%20(2).pdf)
- Aydin, S. y Boz, Y. (2013). The nature of integration among pck components: A case study of two experienced chemistry teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), pp. 615-624.

- Aydin, S., Demirdögen, B., Akin, F. N., Uzuntiryaki-Kondakci, E., & Tarkin, A. (2015). The nature and development of interaction among components of pedagogical content knowledge in practicum. *Teaching and Teacher Education*, 46, 37–50. doi:[10.1016/j.tate.2014.10.008](https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.10.008)
- Aydin, S., Friedrichsen, P., Boz, Y., & Hanuscin, D. (2014). Examination of the topic-specific nature of pedagogical content knowledge in teaching electrochemical cells and nuclear reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 658-674.
- Aydin, S., & Boz, Y. (2013). The nature of integration among PCK components: A case study of two experienced chemistry teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 615-624.
- Aydin-Günbatır, Sevgi & Demirdögen, Betül & Akin, Fatma & Uzuntiryaki-Kondakci, Esen & Tarkin Çelikkiran, Ayşegül. (2015). The nature and development of interaction among components of pedagogical content knowledge in practicum. *Teaching and Teacher Education*. 46. [10.1016/j.tate.2014.10.008](https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.10.008).
- Barnett, E., & Friedrichsen, P. (2015). Educative Mentoring: How a Mentor Supported a Preservice Biology Teacher's Pedagogical Content Knowledge Development. *Journal of Science Teacher Education*, 26(7), 647-668.
- Berry, Amanda & Depaepe, Fien & Driel, Jan. (2016). Pedagogical Content Knowledge in Teacher Education. [10.1007/978-981-10-0366-0_9](https://doi.org/10.1007/978-981-10-0366-0_9).
- Bertram, A.R. (2014). 'CoRes and PaP-eRs as a strategy for helping beginning primary teachers develop their pedagogical content knowledge. *Educación Química*, 25, 292-303.
- Bohorquez-Salazar, H., Marín, E. F., Torres-Niño, C. C. & Robles-Piñeros, J. (2019). Conocimiento Didáctico del Contenido de un profesor de biología sobre el concepto de célula: implicaciones para la enseñanza de la biología. *Bio-grafía*, 12(23). <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.12.num23-9323>
- Brigham, F. J., Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (1992). Teacher Enthusiasm in Learning Disabilities Classrooms: Effects on Learning and Behavior. *Learning Disabilities Research and Practice*, 7, 68-73.
- Brigham, F. J., Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (1992). Teacher Enthusiasm in Learning Disabilities Classrooms: Effects on Learning and Behavior. *Learning Disabilities Research and Practice*, 7, 68-73.

- Busch, K. C., Kudumu, M., & Park, S. (2022). Pedagogical Content Knowledge for Informal Science Educators: Development of the ISE-PCK Framework. *Research in Science Education*, 1-22.
- Caillods, F., Gottelmann-duret, G., & Lewin, K. (1997). Science education and development; planning and policy issues at secondary level. Paris: *Pergamon/International Institute of Educational Planning*.
- Candela, B. F. (2017). Adaptación del instrumento metodológico de la representación del contenido (ReCo) al marco teórico del CTPC. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 12(2), 158–172. <https://doi.org/10.14483/23464712.11175>
- Carlson, J. & Daehler, K. R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. En A. Hume, R. Cooper, A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 77-92). Springer.
- Carlson, J., Cooper, R., Daehler, K. R., Friedrichsen, P. J., Heller, J. I., Kirschner, S., Elliott, N. L., Marangio, K., & Wong, N. (2019). Vignettes illustrating practitioners' and researchers' applications of the Refined Consensus model of pedagogical content knowledge. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (1st ed., pp. 93-113). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_3
- Carlson, J., Daehler, K. R., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., & Borowski, A. (2019). "The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education," in *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge of Teaching Science*, eds A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Netherland: Springer), 77–92. doi: 10.1007/978-981-13-5898-2
- Chapoo, S., Thathong, K., & Halim, L. (2014). Biology Teachers' Pedagogical Content Knowledge in Thailand: Understanding y Practice. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, 116, 442-447
- Clark, K., Sheikh, A., Swartzenberg, J., Gleason, A., Cummings, C., Dominguez, J., ... & Collison, C. G. (2021). Sign Language Incorporation in Chemistry Education (SLICE): Building a Lexicon to Support the Understanding of Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 99(1), 122-128.
- Cochran, K., Deruiter, J., y King, R. (1993). Pedagogical content knowing: an integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4), 263-272.

- Cochran, K., King, R., & DeRuiter, J. (1993). Pedagogical Content Knowledge: A Tentative for Teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44, 263-277. <https://doi.org/10.1177/0022487193044004004>
- Correa-Bautista, J. E. (2017). Pedagogical content knowledge (PCK) in physiology professors. *Revista de la Facultad de Medicina*, 65(4), 589-594.
- Cross, D., & Lepareur, C. (2015). PCK at stake in teacher-student interaction in relation to students' difficulties. In M. Grangeat. (Ed.). *Understanding science teachers' professional knowledge growth*. (pp. 47-61). Rotterdam: Sense Publishers
- Cufa (2017). Secondary-level social studies pedagogical content knowledge to inclusive pedagogy: How prepared are our teacher candidates to work with students with disabilities. Recuperado el 8 de noviembre de 2019 de shorturl.at/yGNP4
- De Berg, K., & Greive, C. (1999). Understanding the siphon: An example of the development of pedagogical content knowledge using textbooks and the writings of early scientists. *Australian Science Teachers' Journal*, 45(4), 19-26.
- Demirdöğen, B. (2016). Interaction Between Science Teaching Orientation and Pedagogical Content Knowledge Components. *Journal of Science Teacher Education*, 27(5), 495-532.
- Duck, C. & Loren, C. (2010). Flexibilización del currículum para atender la diversidad. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 4(1), pp. 187-210. <http://www.rinace.net/rlei/numeros/vol4-num1/art9.pdf>. Consultado el (10 de octubre de 2022).
- Duk, C. (2010). *Inclusiva. Guía para la mejora de la respuesta a la diversidad*. Santiago de Chile: Fundación HINENI.
- Fischer, H. E., Borowski, A. & Tepner, O. (2012). Professional Knowledge of Science Teachers. In Fraser, B. J.; Tobin, K. & McRobbie, C. J (Editors). *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 24) (pp. 435-448). New York: Springe.
- Friedrichsen, P., Abell, S., Pareja, E., Brown, P., Lankford, D., & Volkmann, M. (2009). Does teaching experience matter? Examining biology teachers' prior Knowledge for teaching in an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 357-383.

- Friedrichsen, P., van Driel, J. H., & Abell, S. K. (2011). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science Education*, 95, 358–376.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK:Results of the thinking from the PCK Summit. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran(Eds.), *Reexamining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28–42). London:Routledge
- Gess-Newsome, J., Carlson, J., Gardner, A., & Taylor, J. (2010). Impact of Educative Materials and Professional Development on Teachers' Professional Knowledge, Practice, and Student Achievement.
- GrossmanP. L., WilsonS. M., & ShulmanL. S. (2005). Profesores de Sustancia: El conocimiento de la materia para la enseñanza. *Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado*, 9(2), 1–25. Recuperado a partir de <https://revistaseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/19745>
- Güven, Gürefe & Arkan (2022) Inclusive Pedagogical Content Knowledge of Mathematics Teachers: Learning Disabilities vs. Hearing Impairments, *International Journal of Disability, Development and Education*, 69:1, 15-32, DOI: 10.1080/1034912X.2021.2011155
- Halim, L., & Meerah, S. (2002). Science Trainee Teachers' Pedagogical Content Knowledge and its Influence on Physics Teaching. *Research in Science y Technological Education*, 20(2), 215-225.
- Hanuscin, D. (2013). Critical Incidents in the Development of Pedagogical Content Knowledge for Teaching the Nature of Science: A Prospective Elementary Teacher's Journey. *Journal of Science Teacher Education*, 24(6), 933-956
- Harris, J., & Hofer, M. (2009). Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development. *Research highlights in technology and teacher education*, 99-108. Recuperado de: <http://activitytypes.wmwikis.net/file/view/HarrisHofer-TPACKActivityTypes.pdf>
- Hashweh, M. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 11(3), 273-292
- Herrera, V. & Calderón (2019). Prácticas Pedagógicas y Transformaciones Sociales. Interculturalidad y Bilingüismo en la Educación de Sordos. *Rev. latinoam. educ. inclusiva*

[online]. 2019, vol.13, n.1, pp.73-88. ISSN 0718-5480. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-73782019000100073>.

Hume, R. Cooper & A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 201-221). Singapur: Springer.

Jarvis, J., & Iantaffi, A. (2006). 'Deaf people don't dance': challenging student teachers' perspectives of pupils and inclusion. *Deafness & Education International*, 8(2), 75-87.

Jordan, A., Schwarts, E. & McGie-Richmond, D. (2009). Preparing teachers for inclusive classrooms. *Teaching and Teacher Education* 25, 535-542

Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: potential and perspectives for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204.

Kunter, M. Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T., & Hachfeld, A. (2013) Professional competence of teachers: effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805-820

Lange, K., Kleickmann, T., Tröbst, S., & Möller, K. (2012). Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften und multiple Ziele im naturwissenschaftlichen Sachunterricht [Teachers' pedagogical content knowledge and multiple learning outcome in elementary science]. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.

Liesa, E., Castelló, M., & Becerril, L. (2018). Nueva escuela, ¿nuevos aprendizajes? *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 2(1), 15-29.

Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2012). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. 2nd Edition. Rotterdam: Sense Publishers. Recuperado el 17 de noviembre de 2019 de shorturl.at/joKQT

Magnusson, S., Krajcik, L., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge. In J. Gess-newsome, N. Lederman. (Eds.). *Examining pedagogical content knowledge*. (pp. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Tallada, M., Gairín, J., & Talavera, Marisa. «Evaluación del conocimiento didáctico y científico del profesorado: el caso del sistema educativo de Panamá». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2013, Vol. 31, n.º 3, pp. 229-247, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285798>.

- Martinez (1998). La investigación cualitativa etnográfica en educación: Manual teóricopráctico. 3ª ed. México: Trillas
- Mdachi, S. (2012). Giving Thought to Students' Alternative Conceptions in Stereochemistry: One Teacher's Basis for Pedagogical Content Knowledge Improvement. *Journal of Turkish Science Education*, 9(4), 22-34
- Melo, L. V. & Cañada F. (2020): A Formação de Professores de Física em discussão: passado, presente e perspectivas (pp.161-179) Publisher: EDIÇÕES HIPÓTESE
- Melo, L.; Cañada, F.; González, D., & Jeong, J. S. (2020). Exploring Pedagogical Content Knowledge (PCK) of Physics Teachers in a Colombian Secondary School. *Educ. Sci.* 2020, 10, 362; doi:10.3390/educsci10120362
- Melo, L.V., Cañada, F., Mellado, V., & Buitrago, A. (2016). Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en el caso de la enseñanza de la Carga Eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13(2), 459-475
- Mintz, J., & Wyse, D; (2015). Inclusive pedagogy and knowledge in special education: addressing the tension. *International Journal of Inclusive Education*. 19(11) pp. 1161-1171. [10.1080/13603116.2015.1044203](https://doi.org/10.1080/13603116.2015.1044203)
- Mora, W., & Parga, D. (2021). PCK canónico y CDC Complejo: Relaciones entre Rúbricas, y Tramas de Transición para el desarrollo profesional docente en ciencias.
- Morrison, A., & Luttenegger, K. (2015). Measuring Pedagogical Content Knowledge Using Multiple Points of Data. *The Qualitative Report*, 20(6), 804-816.
- Movkebaieva, Z.; Oralkanova, I. & Uaidullakzy E. (2013). The professional competence of teachers in inclusive education. ScienceDirect. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 89, 549 – 554. Recuperado el 9 de noviembre de <file:///C:/Users/astri/Downloads/UaidullakzyElmira1.pdf>
- Mukaddes, D., & Basak, B. (2018). Examining Technological and Pedagogical Content Knowledge of Special Education Teachers Based on Various Variables. *TEM Journal*. 7. 507. [10.18421/TEM73-06](https://doi.org/10.18421/TEM73-06).
- Murayama, T. (2016). Pedagogical Content Knowledge in Special Needs Education : A Case Study of an Art Project with the Multiple / Severe Handicapped, *Revista Universal de Investigación Educativa* 4(6), 1282–1287. <http://doi.org/10.13189/ujer.2016.040605>.

- Olfos, R., & Rodríguez, P. (2019). Contribution of teacher knowledge to student knowledge of mathematics/Contribución del conocimiento del profesor al conocimiento del alumno en matemáticas. *Cultura y Educación*, 31(3), 509-541.
- Olfos, R., Goldrine, T., & Estrella, S. (2014). How Much Is Teachers' Pedagogical Content Knowledge Related to Students' Understanding of Fractions? *Revista Brasileira de Educação*, 9(59), 913-944.
- Ortega, J. (2019). Algunas consideraciones para el desarrollo del conocimiento pedagógico de contenido (PCK), asociado a tópicos específicos de enseñanza. *Praxis*. 15. 7-9. 10.21676/23897856.3184.
- Padilla, A. (2011). Inclusión educativa de personas con discapacidad. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 40(4), pp.670-699.
- Padilla, K., & Van Driel, J. (2011). The relationship between PCK components: the case of quantum chemistry professors. *Chemistry Education Research and Practice* 12(3), 367-378
- Parga, D. L. & Mora, W. M. (2008). El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico–epistemológicas con las tramas de contexto–aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (24). <https://doi.org/10.17227/ted.num24-1083>
- Parga, D., & Moreno-Torres, W. (2017). Conocimiento didáctico del contenido en química orgánica: Estudio de caso de un profesor universitario. *Revista Electrónica Educare*, 21(3), 1-21.
- Parga-Lozano, D. L., & Moreno-Torres, W. F. (2017). Conocimiento didáctico del contenido en química orgánica: Estudio de caso de un profesor universitario. *Revista Electrónica Educare*, 21(3), 45-65.
- Park, S., Jang, J. Y., Chen, Y. C., & Jung, J. (2011). Is pedagogical content knowledge (PCK) necessary for reformed science teaching?: Evidence from an empirical study. *Research in Science Education*, 41(2), 245-260.
- 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.

- Park, S., & Oliver, J. S. (2008a). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008b). National Board Certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate Teachers' PCK development. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 812-834.
- Parra, W. (2019). Contribuciones del Andamiaje a la conceptualización del PCK al estudiar la acción docente de cuatro profesores de ciencias de educación superior (Tesis Doctoral). Universidad de Antioquia, Medellín.
- Parra, W., Angulo, F., & Soto, C. (2018) 1B031 El Vínculo del Andamiaje en la Caracterización del PCK del Profesor de Ciencias. Estudio de Caso en Educación Superior. *Tecné, Episteme y Didaxis, Especial*.
- Perry, R. K. (2013). A Case for Sustainability Pedagogical Content Knowledge in Multicultural Teacher Education. *Multicultural Education*, 21(1), 46-51.
- Pujolàs M., P., Lago, J. R., & Naranjo, M. (2013). Aprendizaje cooperativo y apoyo a la mejora de las prácticas inclusivas. *Revista de Investigación en Educación*, 11(3), 207-218
- Ravanal, E., & López-Cortes, F. (2016). Mapa del conocimiento didáctico y modelo didáctico en profesionales del área biológica sobre el contenido de célula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 725-742.
- Raven, E. (2016). Enfoque constructivista a la enseñanza de la convivencia. *Revista de Postgrado FaCE-UC.*, 10(19) 461-469. Recuperado el 9 de noviembre de <http://arje.bc.uc.edu.ve/arj19/art38.pdf>
- Rodríguez, Y., Muñoz, K. & Sastre, C. (2019). Habilidades comunicativas y cognitivas de estudiantes sordos: diseño de protocolos. *Revista de Investigación en Logopedia*. 9. 129-149. 10.5209/rlog.62184.
- Rozenszajn, R., & Yarden, A. (2014b). Expansion of Biology Teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) During a Long-Term Professional Development Program. *Research in Science Education*, 44(1), 189-213.
- Sakalli, D., & Basak, B. (2018). Examining Technological and Pedagogical Content Knowledge of Special Education Teachers Based on Various Variables. *TEM Journal*. Volume 7, Issue

3, Pages 507-512. Recuperado el 8 de noviembre de 2019 de http://www.temjournal.com/content/73/TemJournalAugust2018_507_512.pdf

Salgado, A. C. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *Liberabit*, 13(13), 71-78.

Schmelzing, S., van Driel, J., Jüttner, M., Brandenbusch, S., Sandmann, A., & Neuhaus, B. (2013). Development, evaluation, and validation of a paper-and-pencil test for measuring two components of biology teachers' pedagogical content knowledge concerning the "cardiovascular system". *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(6), 1369-1390.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22. Solis, A. (2009). Pedagogical content knowledge

Shulman, L.S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

Smith, D. D., & Tyler, N. C. (2011). Effective inclusive education: Equipping education professionals with necessary skills and knowledge. *Prospects*, 41(3), 323-339.

Soine, K. M. & Lumpe, A. (2014). Measuring characteristics of teacher professional development. *Teacher Development*, 18(3), 303-333. Doi: 10.1080/13664530.2014.911775

Stake, R. (1995). Investigación con estudio de casos. Madrid: Morata. Recuperado el 10 de octubre de 2022 de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Investigacion-con-estudios-de-caso.pdf>

Suh, J., Park, S. (2017). Exploring the relationship between pedagogical content knowledge (PCK) and sustainability of an innovative science teaching approach. *Teaching and Teacher Education*, (64), 246-259. DOI:[10.1016/j.tate.2017.01.021](https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.01.021)

Trejo, P., & Martínez, S. (2020). Inclusive education for deaf children in a Mexican Elementary school through digital tools design. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21).

Tufail, I. (2021). *Secondary school science teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) in their classroom practice* (Doctoral dissertation, The University of Waikato).

Vasco, C. E. (1990) 5a. Edición. CINEP Centro de Investigación y educación popular PREAMBULO res Estilos de Trabajo en las Ciencias Sociales. Santafé de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1985. Recuperado el 10 de octubre de 2022 de

<https://uninavarra.edu.co/wp-content/uploads/2016/06/C.-Vasco.pdf>

Weisgerber, R. A. (1995). Science succes for students with disabilities. New York: Addison-Wesley.

Wilson, S. M., Shulman, L. S., & Richert, A. (1987). 150 different ways of knowing: Representations of knowledge in teaching. In J. Calderhead (Ed.), Exploring teachers' thinking (pp. 104-124). Sussex, England: Holt, Rinehart y Winston.

Anexos

Anexo 1. Entrevista biográfica profesora

Las siguientes preguntas tienen por objeto conocer detalles de la historia de vida de la profesora, que permitan describir su caso y eventualmente explicar su PCK.

1. ¿Cuál es su formación universitaria?
2. ¿Por qué decidió ser profesora?
3. ¿Cuánto tiempo lleva como docente?
4. ¿Aparte de Ciencias Naturales, ha enseñado otra asignatura?
5. ¿Piensa que actualmente existen barreras para la enseñanza de las Ciencias Naturales?
6. ¿Cuáles y por qué?
7. Si cree que no existen barreras, ¿por qué no las hay?
8. ¿Piensa que actualmente existen barreras para la enseñanza de las Ciencias Naturales a estudiantes sordos?
9. ¿Cuáles y por qué?
10. Si cree que no existen barreras, ¿por qué no las hay?
11. ¿Qué diferencias existen en la manera cómo estos estudiantes aprenden Ciencias Naturales frente a quienes no lo son? (la respuesta esta pregunta puede surgir de la pregunta 10, en caso de que no, se debe preguntar.)
12. ¿En cuántas ocasiones has sido usted docente de estudiantes sordos?
13. ¿Dónde? ¿Por cuánto tiempo?
14. ¿Estos grupos le fueron asignados o lo solicitó usted?
15. ¿Me puede hablar un poco sobre cada una de estas experiencias?
16. ¿Semejanzas, diferencias, retos, éxitos, aprendizajes?

Anexo 2. Entrevista Representación del Contenidos ReCo

En el tiempo de la contingencia frente al COVID, se le pidió a la profesora que seleccionara una unidad didáctica en Ciencias Naturales con un grado de la Institución Educativa en donde tuviera población con discapacidad auditiva. La profesora seleccionó la unidad didáctica de genética para el grado 9A con diez (10) estudiantes en condición de discapacidad auditiva y dos estudiantes oyentes.

Las siguientes preguntas tienen por objeto conocer detalles relacionados con la planeación de la unidad didáctica sobre genética para los estudiantes de 9^a

COMPONENTES DEL PCK	PREGUNTAS TRIANGULADAS CON EXPERTOS
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar? ¿Qué deseaba que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?
Orientación para la enseñanza de las Ciencias (Creencias a cerca de los propósitos de aprender Ciencias; toma de decisiones en enseñanza; creencias a cerca de la naturaleza de las ciencias)	¿Por qué creía que era importante que los estudiantes conocieran estos contenidos de genética?
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	¿Qué conocimientos de genética tiene usted, por su formación, que consideró no eran necesarios de enseñar a sus estudiantes?

Comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias	<p>¿Cuáles creía que eran las dificultades/limitaciones relacionadas con lo que los estudiantes suelen entender sobre este contenido?</p> <p>¿Cuáles limitaciones o dificultades suelen estar relacionadas con la enseñanza de este tema?</p>
Comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias	<p>¿Qué sabe usted sobre la manera de pensar de sus estudiantes, que influye en la enseñanza de estos contenidos?</p>
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias	<p>¿Cuáles son los procedimientos para enseñar estos contenidos (y las razones por las cuales los usa)? ¿Para esta unidad didáctica los intérpretes participaron en la planeación? ¿De qué manera? ¿Quién o quiénes diseñaron las señas para los conceptos relevantes?</p> <p>¿Usted se comunicó con los estudiantes en lengua de señas? ¿Qué actividades planeó para la enseñanza de estos contenidos?</p>
Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las Ciencias	<p>¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes comprenderían o no los contenidos?</p>

Anexo 3. Matriz de procesamiento de la Información (QR)

Nota: al ingresar, se debe recorrer por cada una de las hojas de Excel para poder observar cada uno de los análisis.



Anexo 4. Entrevista biográfica del modelo lingüístico

Las siguientes preguntas tienen por objeto conocer detalles de la historia de vida del modelo lingüístico, que permitan describir su caso y eventualmente explicar su PCK.

1. ¿Cuál es su formación universitaria?
2. ¿Cómo ha sido su experiencia con su formación profesional como persona con discapacidad auditiva?
3. ¿Cómo llegó a esta labor?
4. ¿Cómo llegó a la institución educativa?
5. ¿Usted se considera profesor y/o modelo lingüístico de las clases de los profesores? ¿En cuáles áreas? ¿Normalmente, usted hace parte de las clases de ciencias naturales?
6. ¿Cuánto tiempo hace que usted se desempeña como intérprete o modelo de estudiantes sordos? ¿Dónde?
7. ¿Estos grupos le fueron asignados o lo solicitó usted?
8. ¿Me puede hablar un poco sobre cada una de estas experiencias?
9. ¿Semejanzas, diferencias, retos, éxitos, aprendizajes?
10. ¿Piensa que actualmente existen barreras para la enseñanza de las Ciencias Naturales?
11. ¿Cuáles y por qué?
12. Si cree que no existen barreras, ¿por qué no las hay?
13. ¿Piensa que actualmente existen barreras para la enseñanza de las Ciencias Naturales a estudiantes sordos? Si su respuesta fue afirmativa, ¿Cuáles y por qué?
14. Si cree que no existen barreras, ¿por qué no las hay?
15. ¿Qué diferencias existen en la manera cómo estos estudiantes aprenden Ciencias Naturales frente a quienes no lo son?

Anexo 5. Entrevista ReCo del modelo lingüístico

COMPONENTES DEL PCK	PREGUNTAS TRIANGULADAS CON EXPERTOS
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	<p>¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar?</p> <hr/> <p>¿Qué deseaba que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?</p>
Orientación para la enseñanza de las Ciencias (Creencias a cerca de los propósitos de aprender Ciencias; toma de decisiones en enseñanza; creencias a cerca de la naturaleza de las ciencias)	<p>¿Por qué creía que era importante que los estudiantes conocieran estos contenidos de genética?</p>
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	<p>¿Qué conocimientos de genética tiene usted, por su formación, que consideró no eran necesarios de enseñar a sus estudiantes?</p>
Comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias	<p>¿Cuáles creía que eran las dificultades/limitaciones relacionadas con lo que los estudiantes suelen entender sobre este contenido?</p> <p>¿Cuáles limitaciones o dificultades suelen estar relacionadas con la enseñanza de este tema?</p> <p>¿Qué sabe usted sobre la manera de pensar de sus estudiantes, que influye en la enseñanza de estos contenidos?</p>
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias	<p>¿Cuáles son los procedimientos para enseñar estos contenidos (y las razones por las cuales los usa)? ¿Para esta unidad didáctica los intérpretes participaron en la planeación? ¿De qué manera? ¿Quién o quiénes diseñaron las señas para los conceptos relevantes? ¿Usted se comunicó con los estudiantes en lengua de</p>

	señas? ¿Qué actividades planeó para la enseñanza de estos contenidos?
Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las Ciencias	¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes comprenderían o no los contenidos?

Anexo 6. Entrevista biográfica de la intérprete

Las siguientes preguntas tienen por objeto conocer detalles de la historia de vida de la intérprete, que permitan describir su caso y eventualmente explicar su PCK.

1. ¿Cuál es su formación universitaria?
2. ¿Cómo llegó a esta labor?
3. ¿Cómo llegó a la institución educativa?
4. ¿Usted se considera profesora y/o intérprete de las clases de los profesores? ¿En cuáles áreas? ¿Normalmente, usted hace parte de las clases de ciencias naturales?
5. ¿Cuánto tiempo hace que usted se desempeña como intérprete de estudiantes sordos?
¿Dónde?
6. ¿Estos grupos le fueron asignados o lo solicitó usted?
7. ¿Me puede hablar un poco sobre cada una de estas experiencias?
8. ¿Semejanzas, diferencias, retos, éxitos, aprendizajes?
9. ¿Piensa que actualmente existen barreras para la enseñanza de las Ciencias Naturales?
10. ¿Cuáles y por qué?
11. Si cree que no existen barreras, ¿por qué no las hay?
12. ¿Piensa que actualmente existen barreras para la enseñanza de las Ciencias Naturales a estudiantes sordos? Si su respuesta fue afirmativa, ¿Cuáles y por qué?
13. Si cree que no existen barreras, ¿por qué no las hay?
14. ¿Qué diferencias existen en la manera cómo estos estudiantes aprenden Ciencias Naturales frente a quienes no lo son?

Anexo 7. Entrevista ReCo de la intérprete

COMPONENTES DEL PCK	PREGUNTAS TRIANGULADAS CON EXPERTOS
<p>Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)</p>	<p>¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar?</p> <hr/> <p>¿Qué deseaba que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?</p>
<p>Orientación para la enseñanza de las Ciencias (Creencias a cerca de los propósitos de aprender Ciencias; toma de decisiones en enseñanza; creencias a cerca de la naturaleza de las ciencias)</p>	<p>¿Por qué creía que era importante que los estudiantes conocieran estos contenidos de genética?</p>
<p>Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)</p>	<p>¿Qué conocimientos de genética tiene usted, por su formación, que consideró no eran necesarios de enseñar a sus estudiantes?</p> <p>¿Cuáles creía que eran las dificultades/limitaciones relacionadas con lo que los estudiantes suelen entender sobre este contenido?</p>
<p>Comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias</p>	<p>¿Cuáles limitaciones o dificultades suelen estar relacionadas con la enseñanza de este tema?</p> <p>¿Qué sabe usted sobre la manera de pensar de sus estudiantes, que influye en la enseñanza de estos contenidos?</p>
<p>Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias</p>	<p>¿Cuáles son los procedimientos para enseñar estos contenidos (y las razones por las cuales los usa)? ¿Para esta unidad didáctica los intérpretes participaron en la planeación? ¿De qué manera? ¿Quién o quiénes diseñaron las señas para los conceptos relevantes? ¿Usted se comunicó con los estudiantes en lengua de señas? ¿Qué actividades planeó para la enseñanza de estos contenidos?</p>

Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las Ciencias	¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes comprenderían o no los contenidos?
---	---

Anexo 8. Consentimientos informados**Consentimiento informado**

Yo _____, con c.c. No. _____, manifiesto haber sido debidamente informado por la estudiante de doctorado en Educación de la Universidad de Antioquia, Astrid Eliana Cuartas Cuartas, sobre la investigación: Integración de los componentes del PCK en una profesora que enseña Ciencias Naturales a estudiantes sordos de la institución educativa Francisco Luis Hernández Betancur.

Declaro que:

He recibido información sobre el proyecto, que he entendido su significado y las acciones que se derivan del mismo. Acepto pues que estoy debidamente informado y doy mi consentimiento para participar en el citado proyecto de investigación.

Mi colaboración es voluntaria por lo que tengo derecho a renunciar en cualquier momento a seguir formando parte del proyecto.

He recibido respuesta para resolver satisfactoriamente todas las dudas y cuestiones que he formulado.

Por otra parte,

1. **AUTORIZO** al equipo de investigación a difundir la información y los datos que el proyecto genere exclusivamente con voluntad e interés académico y siempre que se preserve en todo momento mi identidad e intimidad.

2. La investigadora conservará todos los registros efectuados (durante tres semestres) de forma electrónica, mediante grabaciones o en cualquier otro medio a lo largo de este proyecto, así como la información que se derive del mismo en los términos legalmente previstos.

Firma: _____

Firmado en _____, a los ____ días del mes de _____ de 2020



Consentimiento informado para padres de familia/acudiente

Medellín, _____
Yo _____ Mayor de
edad identificada con C.C. _____ de _____
actuando en nombre propio

DECLARO Que he sido informado por la investigadora _____ sobre el proyecto de investigación "Integración de los componentes del PCK en una profesora que enseña ciencias naturales a estudiantes sordos" y acepto mi hijo (a) participe de forma voluntaria en éste, el cual tiene como objetivo Potenciar la conceptualización actual del PCK desde una perspectiva de la enseñanza de las ciencias naturales para estudiantes sordos, con el propósito de aportar información que sirva para el desarrollo de estrategias que contribuyan a mejorar el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales por parte de las personas con discapacidad auditiva.

Se me ha informado también que la participación en el proyecto requiere dar respuesta a un cuestionario y que también se realizara recolección de datos a través de entrevista, donde no existen riesgos al participar.

Se me ha dado la seguridad de que en todo momento se conservará su confidencialidad, solo el personal encargado del estudio tiene la autorización de revisar y analizar los datos que de una u otra manera se me relacionen. Soy consciente de que en cualquier momento puedo revocar o rechazar el presente consentimiento en cualquiera de las etapas del proyecto sin que ello indique perjuicio en mí contra.

Tomando ello en consideración, doy fe de haber recibido la información del proyecto a satisfacción y OTORGO mi CONSENTIMIENTO para que se lleve a cabo la investigación y los procedimientos pertinentes para cubrir los objetivos especificados en el mismo.

Firma del Padre de Familia/Acudiente _____
C.C. _____
Se firma en Medellín el día _____ de 2020

Contactos del Investigador (Acudir en el momento que sea ante cualquier duda)

1. Nombre	2. Nombre
C.C	C.C

Tomado de: Caracterización de las personas con discapacidad matriculadas en instituciones de atención y rehabilitación, Sabaneta 2013.

Anexo 9. Sistematización de la información para el mapeo del PCK y la integración entre sus componentes

Es muy importante hacer más visible y accesible el análisis sobre el PCK y las interacciones entre los cinco componentes. Para ello, Park y Chen (2012) plantearon una gráfica o un mapa que puede permitir la identificación, visibilización y medición de dichas interrelaciones. Con el mapeo se pueden identificar los componentes que pueden manifestarse o no en los profesores y así, comprender cómo es la estructura del PCK, dado que estas integraciones son idiosincráticas y específicas de un tema, es decir, que se pueden identificar cuáles componentes y conexiones se necesitan mejorar en la enseñanza de un tema particular para que sea mucho más efectiva.

Es por ello, que se presenta un aporte para la precisión la técnica del mapeo del PCK. Es decir, se describe la manera de cómo dibujar la dirección de las interacciones entre los componentes, cómo extraer las frecuencias a través de la entrevista ReCo y de los diálogos establecidos en las aulas de clase durante la unidad didáctica. En este anexo se muestra la técnica de la sistematización de la información para llevar a cabo la construcción del mapa del PCK y poder analizar las interacciones entre sus componentes. De esta manera se podrá identificar el componente del modelo del PCK que se activa con mayor fuerza para caracterizar el conocimiento del profesor y también se podrá analizar cuál de los componentes dirige con mayor influencia la acción docente. A continuación, se explica la técnica para la sistematización de la información para el mapeo del PCK y la interacción entre sus componentes:

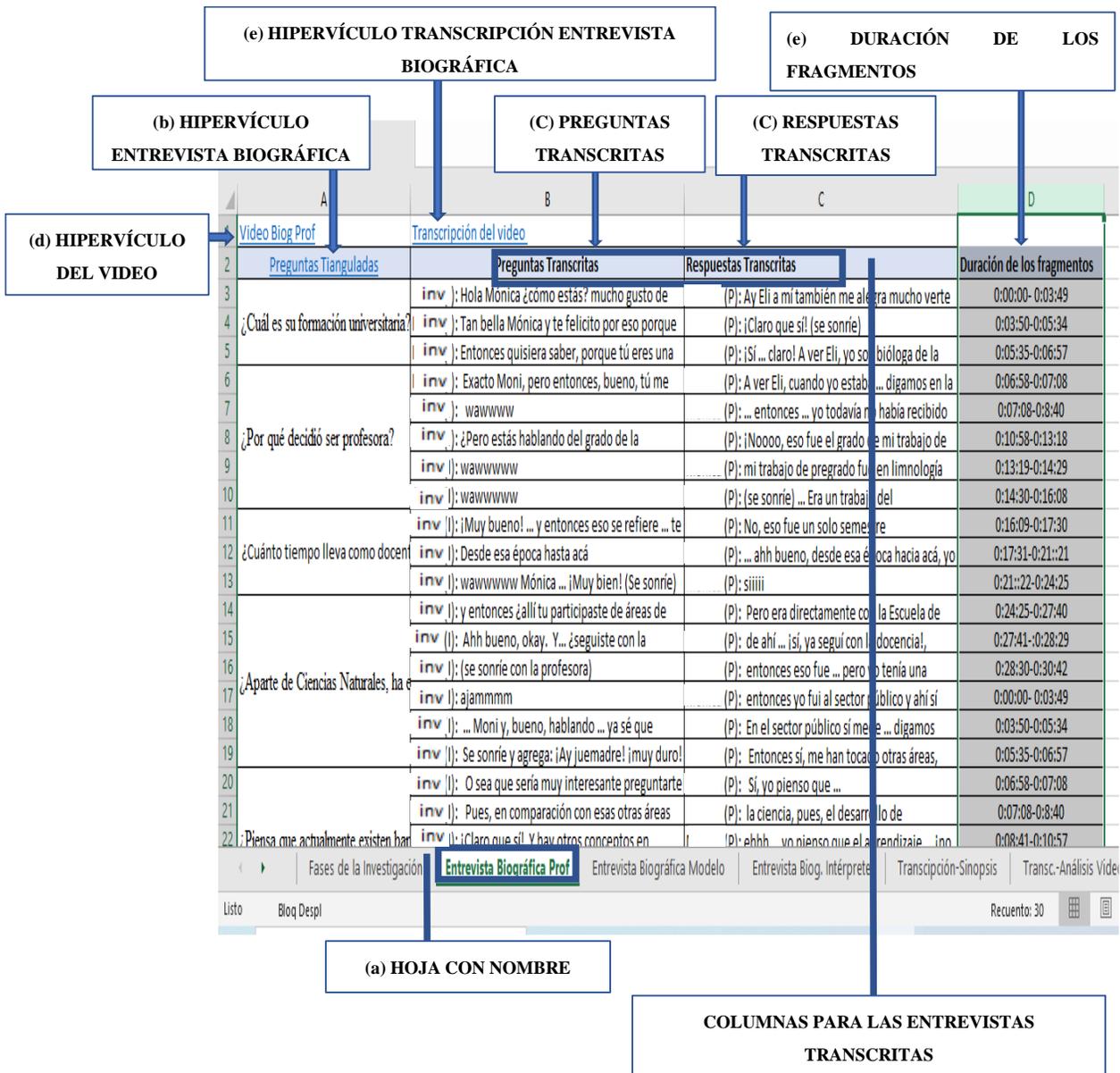
1. Procesamiento de la información obtenida a partir del acercamiento con el profesor

- ✓ Diseñar y llevar a cabo una entrevista semiestructurada biográfica, con el fin de obtener información importante que pueda explicar eventualmente algunos rasgos del PCK
- ✓ Triangular las preguntas biográficas con expertos
- ✓ Transcribir los diálogos (puede ayudarse de aplicaciones como WhatsApp, Messenger, entre otras. Coloque los parlantes al PC para que las aplicaciones puedan reconocer la voz)

- ✓ Corregir los errores y editar los diálogos con la ortografía correspondiente en un documento de Word, codifique nombres propios y guárdelo de tal manera que sea reconocido por usted (P. Ej. Entrevista_biográfica_transcrita_profesor)
- ✓ Abrir un libro de Excel y nombrarlo con el título de su investigación.
- ✓ Insertar una primera hoja y nombrarla como usted la reconozca p. ej. Entrevista Biográfica Prof (Figura 1a)
- ✓ Escribir las preguntas biográficas en la primera columna. Una pregunta por fila. Puede insertar el documento de las preguntas elaboradas en Word como un hipervínculo. (Figura 1b).
- ✓ Ubicar la transcripción de la entrevista biográfica en las columnas siguientes de la hoja de Excel asegurándose que la transcripción quede vertical y no horizontal. Esto ayudará a identificar de una manera más fácil un soporte para el análisis del PCK. Figura 1c). Puede añadir la transcripción, editada y codificada en el documento Word. (Figura 1e).
- ✓ Añadir el video de la entrevista biográfica con el profesor e insertarla como un hipervínculo en una de las filas. Esto ayudará a mantener la información organizada para los posteriores análisis (Figura 1d)
- ✓ Establecer la duración de cada uno de los fragmentos de cada diálogo transcrito y escribirlos en cada fila análisis (Figura 1e)

Figura 1.

Pasos para el procesamiento de la entrevista biográfica del profesor en un libro de Excel



Paso 2. Procesamiento de la información obtenida de las clases observadas

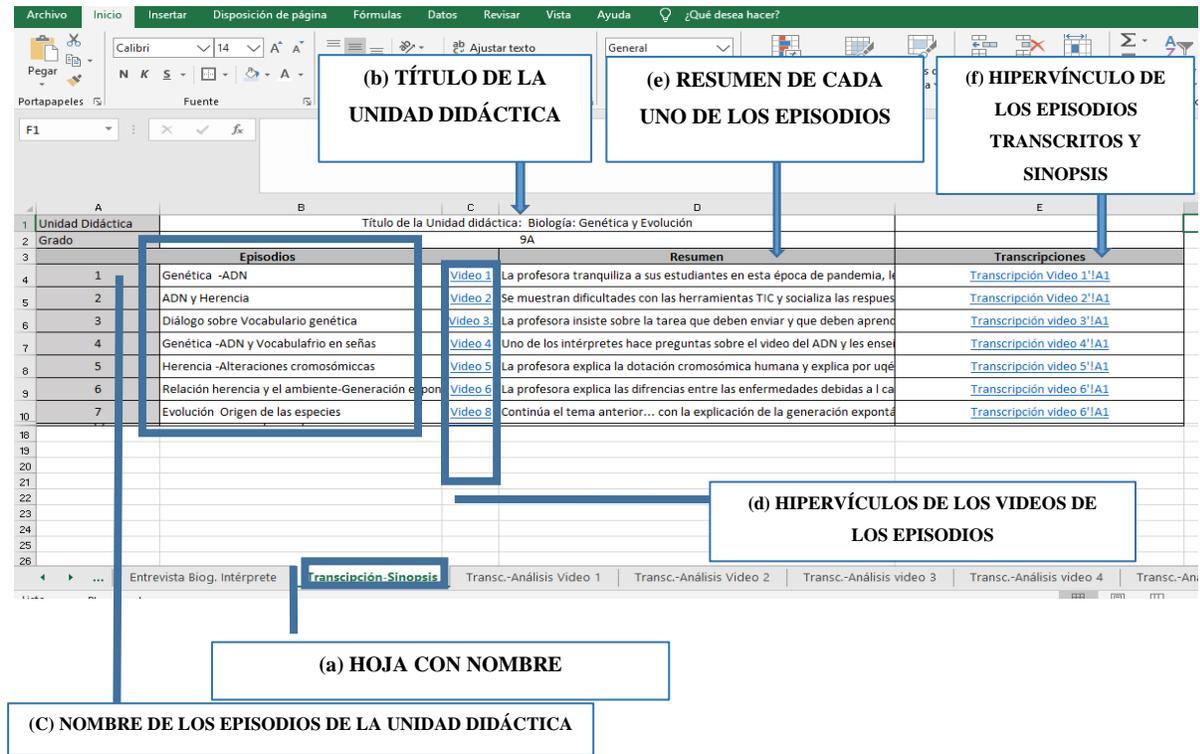
- ✓ Pedir al profesor que seleccione una unidad didáctica del área que enseña, desde que comienza hasta que termina con la evaluación.
- ✓ Hacer videoscopía de las clases. La anterior, es una técnica de investigación que permitirá recopilar información mediante la observación de eventos de enseñanza, tales como posturas del profesor y de los estudiantes y las diferentes interacciones que ocurren entre ellos. También permitirá documentar las ideas principales, los objetivos de enseñanza de la profesora, el conocimiento que tienen los estudiantes y sus dificultades de aprendizaje, la secuencia de los temas, el uso correcto de los ejemplos, estrategias que la profesora utilizó en el aula y las maneras ingeniosas que tuvo para evaluar el conocimiento de sus estudiantes.

Paso 3. Organización de la información procedente de la videoscopía de las clases.

- ✓ Adicionar otra hoja en el libro de Excel que ha venido trabajando.
- ✓ Nombrar la hoja como usted la reconozca. P.ej. Transcripción-Sinopsis (Figura 2 a)
- ✓ Colocar el título de la unidad didáctica y el grado (Figura 2 b)
- ✓ En una columna, separar la unidad didáctica por episodios y colocar nombres correspondientes en cada fila (Figura 2 c)
- ✓ En otra columna insertar los hipervínculos de los videos de la unidad didáctica
- ✓ En la siguiente columna, hacer un resumen de cada uno de los episodios. Lo anterior ayudará a que se contextualice cuando comience a realizar el análisis de la información (Figura 2 d)
- ✓ En otra columna insertar un hipervínculo de la “**transcripción y sinopsis**” de cada uno de los episodios. Previo a este paso debe realizar el **paso 4, Transcripción y sinopsis de las clases**, de este instructivo metodológico (Figura 2 e)

Figura 2.

Organización de la información procedente de la videoscopía de las clases



Paso 4. Transcripción y sinopsis de las clases

Cada uno de los episodios de la unidad didáctica se debe sistematizar en una hoja de Excel independiente de la siguiente manera:

- ✓ Insertar una nueva hoja de Excel en el mismo libro y nómbrela como usted la reconozca y que esté relacionada con el episodio 1 (Figura 3 a)
- ✓ Diligenciar toda la información del episodio, una característica por fila: Número, Título, Subtítulo, Duración (Figura 3 b)
- ✓ En la siguiente fila, hacer una breve descripción del episodio y los eventos más relevantes (Figura 3 c)
- ✓ En la primera columna ubicar y codificar a los participantes (Figura 3 d)
- ✓ Escribir la transcripción de la interacción entre estudiantes y profesor en la columna siguiente (Figura 3 e)
- ✓ Luego, escribir toda la observación no participante de la clase (Figura 3 f)

- ✓ Finalmente, se pueden utilizar las otras columnas para describir y analizar algunos datos como, por ejemplo, mediante categorías de procesos didácticos en caso que se requiera (No fue el caso de esta investigación) (Figura 3 g)

Figura 3.

Transcripción y sinopsis de las clases

The image shows a spreadsheet application window with a table containing class transcription and synopsis data. The spreadsheet has several columns and rows. Callouts (a) through (g) point to specific elements:

- (a) HOJA CON: Points to the sheet tab labeled "Transc.-Sinópsis Episodio 1".
- (b) INFORMACIÓN DEL EPISODIO: Points to the first five rows of the table, which contain episode metadata.
- (c) DESCRIPCIÓN DEL EPISODIO: Points to the "Descripción de este episodio" cell.
- (d) COLUMNA DE PARTICIPANTES CODIFICADOS: Points to the "Participantes" column.
- (e) COLUMNA DE TRANSCRIPCIÓN DE LA INTERACCIÓN: Points to the "Transcripción de la interacción" column.
- (f) OBSERVACIÓN NO PARTICIPANTE: Points to the "Observación no participante" column.
- (g) COLUMNA DE CATEGORÍAS DE ANÁLISIS Y PROCESOS DIDÁCTICOS: Points to the "Procesos didácticos y categorías de análisis" column.

Participantes	Transcripción de la interacción	Observación no participante	Procesos didácticos y categorías de análisis
Estudiantes en general	Ayerabla, audio inentendible, se quejan		Preparar el medio para una actividad y reglamentar acciones, se requiere una organización de dichas actividades que esté en función de los conocimientos adquiridos para que los estudiantes las puedan asumir con autonomía. También se deben tener en cuenta las capacidades y las dificultades que se presentan para determinado grupo de estudiantes (Rikenmann, et al., 2012). En este caso, algunos estudiantes presentan discapacidad visual (ceguera total o de baja visión) y además P, quien es una maestra en formación también con discapacidad visual, desea orientar una clase en la unidad de genética, pues ha encontrado que para estos estudiantes se presenta mayor dificultad en el
E1	Si no quiere que lo graben qué?		
D	Ni vamos a sobotear porque esto ya lo habíamos hablado, yo les había dicho de la intervención y de la elección de acuerdo que iban a participar	Dos estudiantes hacen movimientos con las manos, como hablando de la situación	
E2	Profe yo no traje el consentimiento informado	E1 levanta la mano e indica negación con el dedo; E2, se amarra el cabello y denota desinterés	
D	¿Están hablando en serio o están bromeando?		
E1	Estamos hablando en serio! Yo no le he entregado nada a Usted.	Juega con un material como restando importancia a lo que hablan	
E3	Yo tampoco le entregué nada		
D	Entonces no van a participar de la actividad?		
E4	Profe, entonces los que no vayan a participar que se salgan!		

Nota: No olvide insertar el hipervínculo de estas transcripciones en la hoja de Excel realizada en el **Paso 3. Organización de la información procedente de la videoscopía de las clases** de este instructivo metodológico.

Paso 5. Elaboración y transcripción de preguntas ReCo

- ✓ Adaptar las preguntas ReCo al estudio particular
- ✓ Triangular con expertos las preguntas ReCo adaptadas
- ✓ Transcribir los diálogos (puede ayudarse de aplicaciones como WhatsApp, Messenger, entre otras. Coloque los parlantes al PC para que las aplicaciones puedan reconocer la voz)
- ✓ Corregir los errores y editar los diálogos con la ortografía correspondiente en un documento de Word, codifique nombres propios y guárdelo de tal manera que sea reconocido por usted (p. ej. video de entrevista ReCo transcrita-profesor)

Paso 6. Construcción de una matriz para el mapeo de los componentes del PCK.

A. Procesamiento de las transcripciones de las entrevistas ReCo

Crear otra hoja diferente del mismo libro Excel de la siguiente manera:

- ✓ Escribir las preguntas ReCo en la primera columna
- ✓ Relacionar las preguntas ReCo con los respectivos componentes del PCK. Si es necesario puede distinguirlos por color (Figura 5)

Figura 5.

Disposición de preguntas ReCo y correspondencia con los componentes del PCK en la hoja de Excel

COMPONENTES DEL PCK

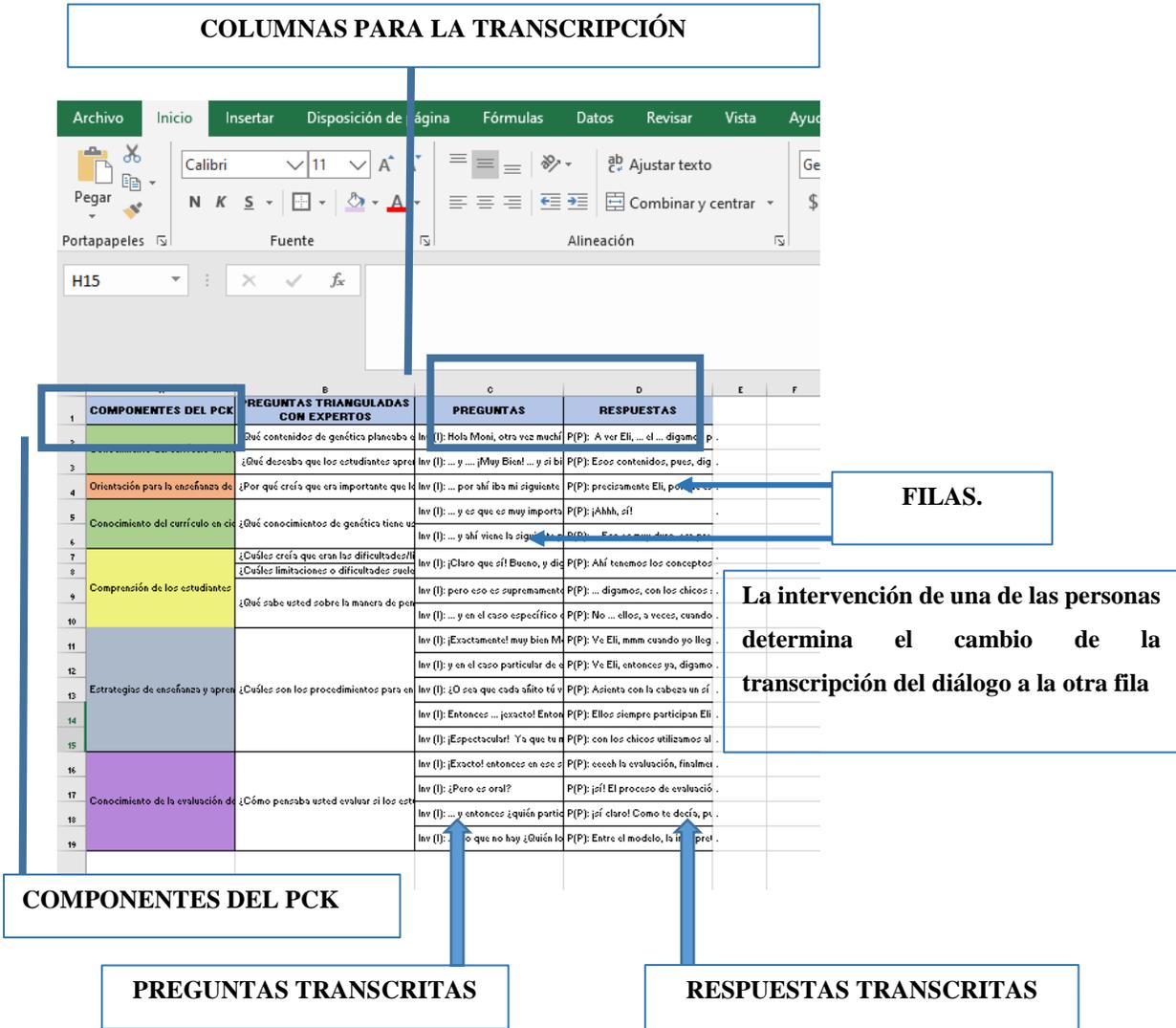
	A	B
1	COMPONENTES DEL PCK	PREGUNTAS REVISADAS CON LOS DIRECTORES
2	Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar? ¿Qué deseaba que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?
3	Orientación para la enseñanza de las Ciencias (Creencias acerca de los propósitos de aprender Ciencias; toma de decisiones en enseñanza; creencias acerca de la naturaleza de las ciencias)	¿Por qué creía que era importante que los estudiantes conocieran estos contenidos de genética?
4	Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	¿Qué conocimientos de genética tiene usted, por su formación, que consideró no eran necesarios de enseñar a sus estudiantes?
5	Comprensión de los estudiantes de un concepto específico de las ciencias	¿Qué sabe usted sobre la manera de pensar de sus estudiantes, que influye en la enseñanza de estos contenidos?
6	Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias	¿Cuáles son los procedimientos para enseñar estos contenidos (y las razones por las cuales los usa)? ¿Para esta unidad didáctica los intérpretes participaron en la planeación? ¿De qué manera? ¿Quién o quiénes diseñaron las señas para los conceptos relevantes? ¿Usted se comunicó con los estudiantes en lengua de señas? ¿Qué actividades planeó para la enseñanza de estos contenidos?
7	Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las Ciencias	¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes comprenderían o no los contenidos?

PREGUNTAS ReCo

- ✓ Ubicar la transcripción de la entrevista ReCo en las columnas siguientes de la hoja de Excel asegurándose que la transcripción quede vertical y no horizontal.
- ✓ Copiar y pegar los diálogos del documento de Word (ya codificados). Estos se deben escribir en correspondencia con los componentes del PCK. Pero una columna se destinará para las preguntas y otra para las respuestas. El cambio de fila se delimitará cuando una persona realice una siguiente intervención. Lo anterior, podrá ayudar a identificar fragmentos importantes para hacer el análisis de las interacciones entre los componentes (figura 6)

Figura 6.

Disposición de preguntas transcripciones ReCo y correspondencia con los componentes del PCK en la hoja de Excel

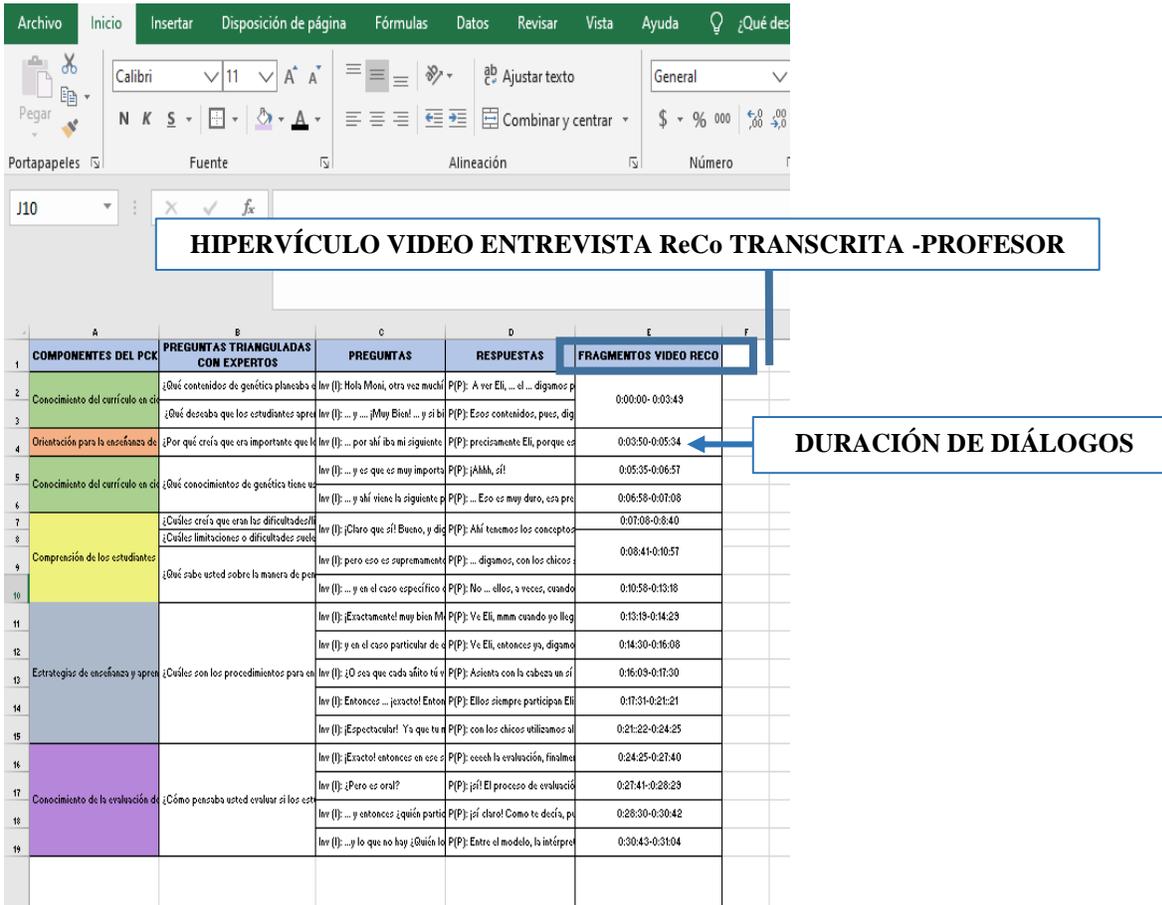


- ✓ En la siguiente columna, colocar el video de la entrevista transcrita del paso 1- **Elaboración y transcripción de preguntas ReCo.** En este ejemplo, el nombre del video es entrevista ReCo transcrita-profesor. Insértelo como un hipervínculo. Para poder hacer este último paso, la transcripción en Word debe quedar guardada en la misma carpeta del libro de Excel que se está usando para realizar la matriz de mapeo de componentes del PCK. Lo anterior, ayudará a mantener organizada la información para el análisis.

- ✓ Luego, establecer la duración de cada uno de los fragmentos de cada diálogo transcrito y escribirlos en cada fila. Incluso, puede editar cada video y cortarlo en los fragmentos correspondientes para insertarlos también como hipervínculos (Figura 7)

Figura 7.

Ubicación de fragmentos del video ReCo y la duración de cada uno de los segmentos de los diálogos



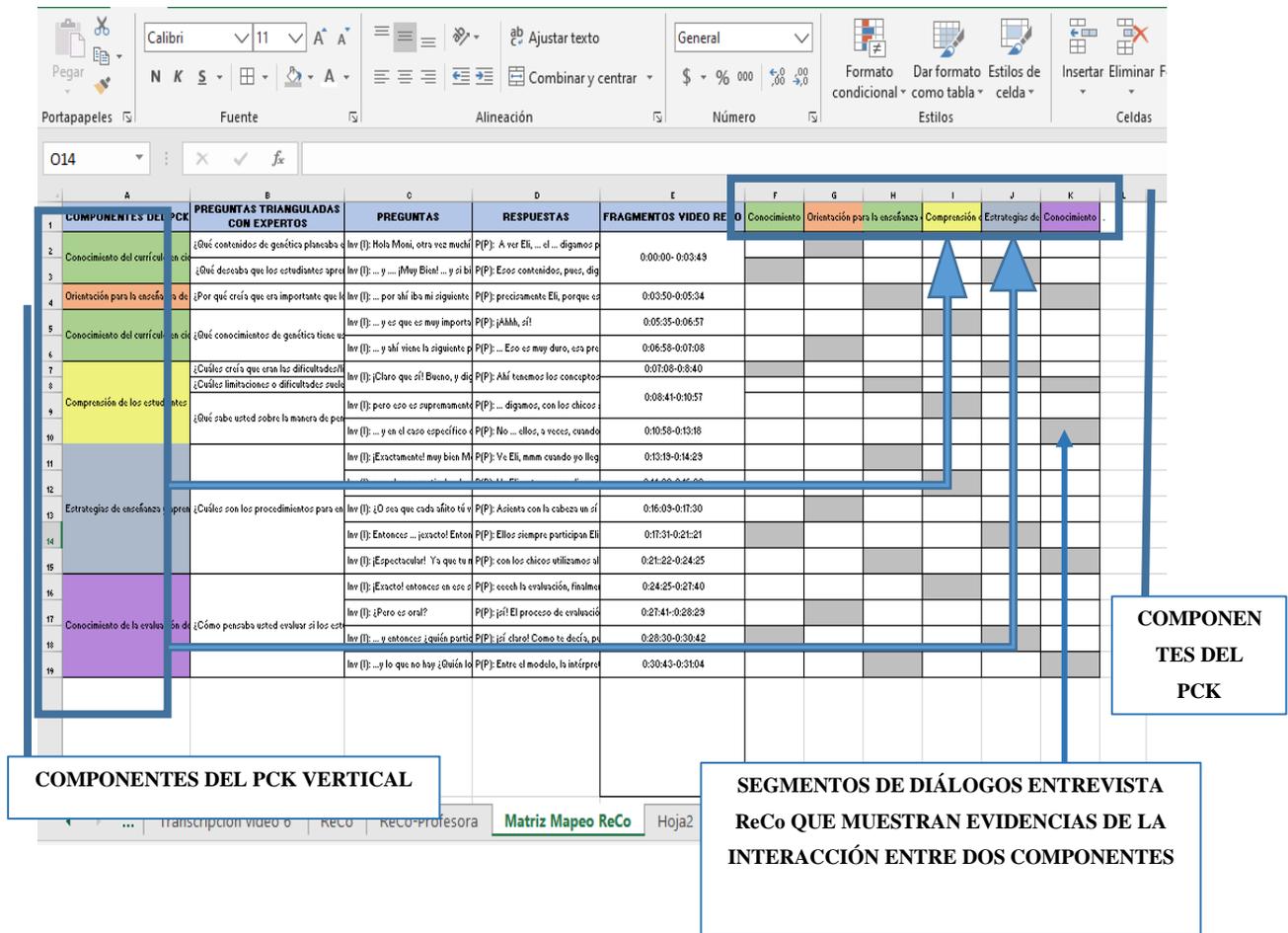
B. Análisis de las interacciones de los componentes del PCK del profesor por medio de la entrevista ReCo

- ✓ Escribir nuevamente las preguntas ReCo, pero esta vez de manera horizontal, como se muestra en la figura 8.
- ✓ Comenzar a leer los segmentos de las transcripciones de la entrevista ReCo que corresponden con los componentes del PCK que se ubicaron de manera vertical y luego, hacerlos corresponder con los componentes que están en la línea horizontal.

- ✓ Copiar y pegar la transcripción en la casilla que corresponda con ambos componentes como evidencia. Para hacer dicha correlación se deben tener en cuenta palabras clave o categóricas que expliquen cada una de las interacciones

Figura 8.

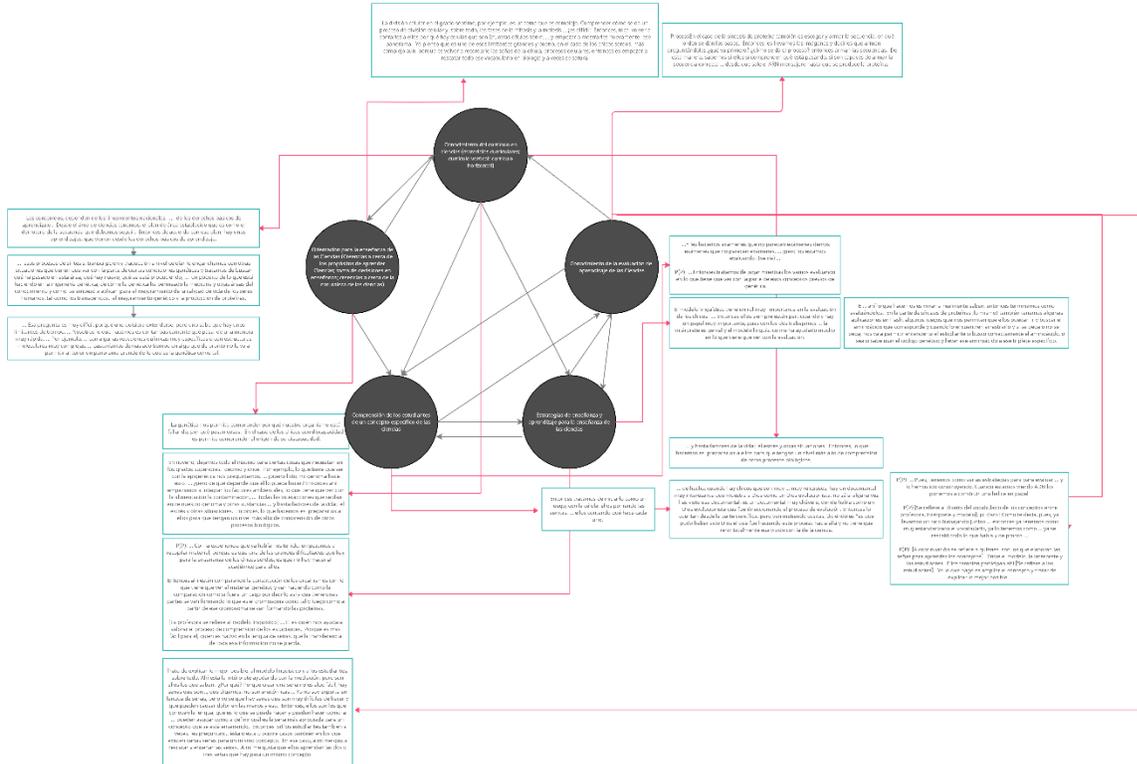
Matriz de construcción de las interacciones del PCK



- ✓ Construir el mapa de las interacciones teniendo en cuenta la dirección de la interacción de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba. Esto indicará la dirección de las flechas entre los componentes. Se puede ayudar de plataformas virtuales para la construcción de mapas mentales (Figura 9). Se sugiere, como borrador, construir el mapa indicando las evidencias que soportan la dirección de cada interacción.

Figura 9.

Borrador de mapa de interacciones entre componentes del PCK con las evidencias de los segmentos de la entrevista ReCo



C. Análisis de las interacciones de los componentes del PCK del profesor por medio de los episodios de las clases.

✓ En la hoja de Excel de la matriz de las interacciones de los componentes del mapeo, disponer varias columnas para cada uno de los episodios y nombrarlas como evidencias (Figura 10 a)

✓ Para realizar este análisis debe ir a las hojas de Excel que elaboró en el **paso 4: Transcripción y sinopsis de las clases** de este instructivo metodológico; revisar cada uno de los diálogos de las clases por cada episodio y corroborar si hay correspondencia entre lo que contestó el profesor en la entrevista ReCo y lo que se evidencia en sus clases.

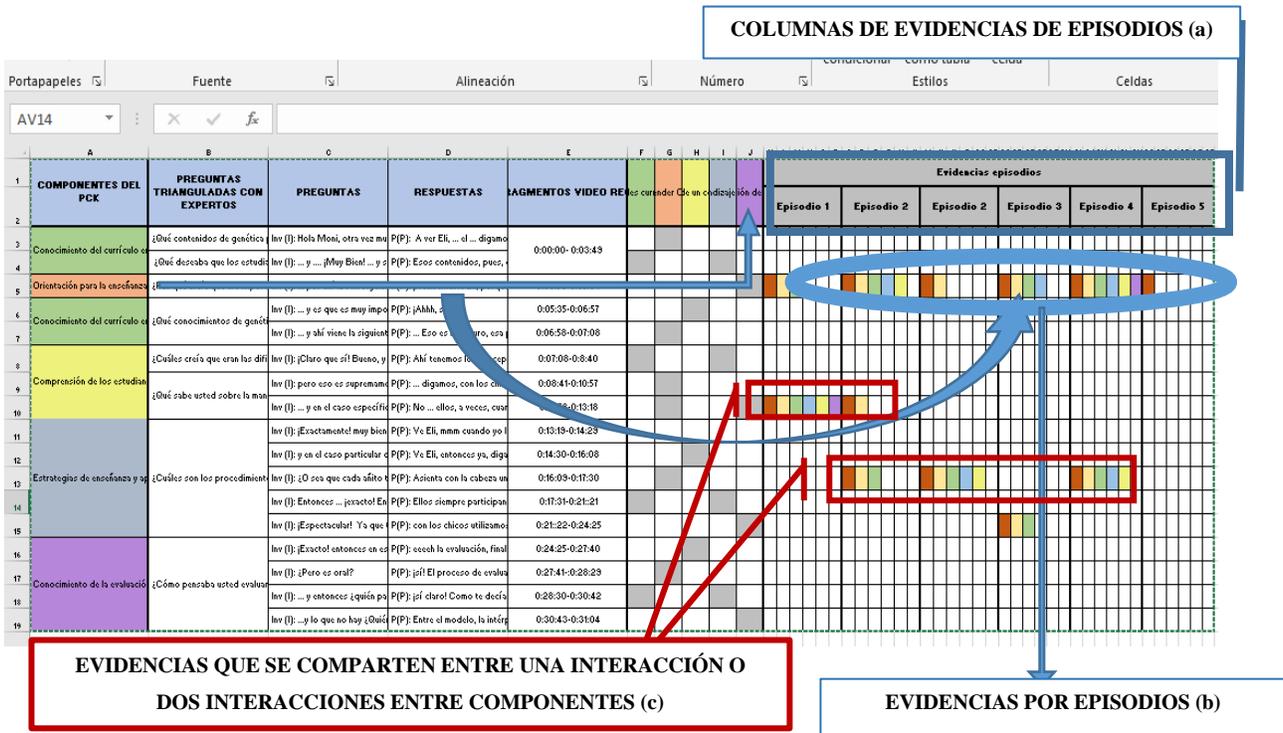
- ✓ Revisar fila por fila de la matriz vertical del diálogo de las transcripciones de cada episodio. Para seleccionar cada evidencia debe utilizar el mismo parámetro de palabras clave o categóricas que se empleó para la primera interacción entre los componentes del PCK

- ✓ Ubicar cada una de las evidencias encontradas en cada uno de los episodios y colocarlos en las filas que se correspondan con la interacción entre los componentes que se habían encontrado a partir de la ReCo. El anterior paso le dará el número de frecuencias que irá sobre las flechas. Este paso se hace tantas veces encuentre la relación. Por esta razón es importante que la transcripción de cada episodio de la clase sea de manera vertical y no horizontal, porque facilita su lectura minuciosa (Figura 10b)

- ✓ Contar el número de evidencias que haya por interacción. Como en cada fila un componente que está situado de manera vertical puede estar correlacionado con varios de los componentes que están ubicados horizontalmente, se debe revisar si las evidencias encontradas corresponden a una sola interacción o a ambas (figura 10 c)

Figura 10.

Matriz con las columnas de las evidencias por cada uno de los episodios



- ✓ Las interacciones con más frecuencias serán con líneas más gruesas y aquellas con interacción menos tendrán líneas punteadas (figura 10)
- ✓ Contar el número de respuestas relacionadas con la interacción entre componentes y colóquelas en un paréntesis junto a las frecuencias (Ver Figura 11)

Figura 11.

Mapa de las interacciones de los componentes del PCK resultado de verificar el ReCo y las frecuencias de interacción durante la clase

