

¿Andamiaje o PCK colectivo? Configuración del conocimiento para la enseñanza de genética a estudiantes Sordos

Scaffolding or collective PCK? Configuring knowledge for teaching genetics to Deaf students

DOI: 10.7203/DCES.47.28466

Astrid Eliana Cuartas Cuartas

Universidad de Antioquia, astrid.cuartas@udea.edu.co
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6926-6569>

Fanny Angulo Delgado

Universidad de Antioquia, fanny.angulo@udea.edu.co
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4458-598X>

Carlos Arturo Soto-Lombana

Universidad de Antioquia, carlos.soto@udea.edu.co
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1475-3153>

RESUMEN: Este estudio examina la integración del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK) en la enseñanza de genética a estudiantes Sordos de secundaria, a través del caso de una profesora que sigue el modelo bilingüe bicultural en Colombia, con el apoyo de una persona Sorda (modelo lingüístico) y una intérprete. Se utilizan métodos como videoscopia, entrevistas biográficas y representación de contenido. El análisis revela la construcción de un PCK colectivo, donde la intérprete y la persona Sorda desempeñan roles más complejos, sugiriendo la posibilidad de que posean un PCK propio. Este hallazgo desafía la noción de que el PCK es exclusivamente individual, según el modelo de consenso refinado.

PALABRAS CLAVE: PCK, PCK colectivo, educación inclusiva, sordos, genética

ABSTRACT: This study examines the integration of Pedagogical Content Knowledge (PCK) in teaching genetics to Deaf high school students, through the case study of a teacher following the bilingual-bicultural model in Colombia supported by a Deaf individual (linguistic model) and an interpreter. Methods such as videoscropy, biographical interviews and content representation are employed. The analysis reveals the construction of a collective PCK, where the interpreter and the Deaf individual play more complex roles, suggesting the possibility that they possess their own PCK. This finding challenges the notion that PCK is exclusively individual, according to the refined consensus model.

KEYWORDS: PCK, collective PCK, inclusive education, deaf, genetics

Fecha de recepción: marzo de 2024
Fecha de aceptación: diciembre de 2024

1. INTRODUCCIÓN

Este estudio examina la integración del Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK) de tres agentes educativos en la enseñanza de genética con estudiantado Sordo de secundaria, de acuerdo con el modelo bilingüe bicultural de Colombia¹: una profesora que adapta su enseñanza para satisfacer las necesidades individuales del estudiantado (Shulman, 1986); una persona Sorda como modelo lingüístico (en lo sucesivo modelo lingüístico), y una intérprete con conocimientos de la lengua de señas colombiana. Aunque la intérprete y el modelo lingüístico no tienen formación en ciencias naturales, la intérprete facilita la comunicación en lengua de señas colombiana, mientras el modelo lingüístico ayuda en la construcción de la identidad del estudiantado Sordo. De este modo, ambos actúan como un andamiaje en los términos más básicos de la metáfora propuesta por Wood et al. (1976).

En el contexto de la educación inclusiva, es esencial que el profesorado adapte métodos y herramientas a las necesidades individuales del estudiantado, integrando el conocimiento disciplinar y pedagógico. Mejorar los métodos de enseñanza es crucial, dado que el profesorado enfrenta desafíos en el diseño de actividades y evaluaciones en Biología (Chapoo et al., 2014). Perry (2013) destaca la importancia de preparar al profesorado para una enseñanza culturalmente receptiva y desarrollar una conciencia sociocultural para una educación sostenible.

La educación inclusiva en ciencias para el estudiantado Sordo requiere la colaboración integral y estrategias de andamiaje entre la profesora, el modelo lingüístico y la intérprete, con el objetivo de que el estudiantado comprenda los contenidos de genética. Por lo tanto, 'andamiaje' e 'inclusión' surgen como conceptos profundamente relacionados con un conocimiento que apoya al estudiantado Sordo a desarrollar su potencial y a proporcionarle las herramientas necesarias para comprender conceptos en ciencias naturales.

La literatura internacional sobre PCK destaca su diversidad teórica (Fischer et al., 2012; Tallada et al., 2013) y la necesidad de conceptualizar el conocimiento que el profesorado necesita para enseñar, lo que ha generado debates (Hume et al., 2019; Mora y Parga, 2021). Se han caracterizado los componentes del PCK en diversas áreas (Park y Chen, 2012) y se han propuesto modelos para explicar sus interacciones (Gess-Newsome, 2015; Suh y Park, 2017).

Carlson et al. (2019) presentaron en la 1ª Cumbre de PCK en 2012 el modelo de consenso refinado, resultado de un acuerdo entre destacados investigadores (Berry et al., 2015) y ha sido objeto de numerosas contribuciones (Gess-Newsome, 2015). En la 2ª Cumbre de PCK en 2016 se actualizó este modelo, reflejando la complejidad de las relaciones del PCK (Carlson et al., 2019). El modelo de consenso refinado describe el PCK personal (conocimiento y habilidades de contenido pedagógico acumulado y dinámico que refleja las propias experiencias de enseñanza y aprendizaje del profesor), el PCK promulgado (conocimiento específico y habilidades que utiliza un profesor individual en un entorno particular), y el PCK colectivo (mezcla de contribuciones múltiples de educadores en ciencias).

Mientras la investigación sobre PCK avanza, los estudios sobre este modelo en la educación inclusiva, especialmente para docentes de personas Sordas, son limitados. Perry (2013) abordó la multiculturalidad en la educación sostenible, proponiendo un PCK sostenible basado en la educación ambiental y la justicia ecológica. Murayama (2016) subrayó la importancia de la formación práctica para el futuro profesorado de educación especial en Japón. Lancaster y Bain (2019) evaluaron el impacto de diferentes programas de formación en el PCK para la educación inclusiva, encontrando

¹ El Instituto para Sordos adscrito al Ministerio de Educación Nacional, lidera el modelo bilingüe bicultural para la educación de personas Sordas en Colombia. Este modelo asegura sus derechos y guía sobre la aplicación de la normativa en la enseñanza. Una persona Sorda (modelo lingüístico) es crucial en el modelamiento de una lengua, desarrollo comunicativo y construcción de identidad, conforme al Decreto 1421 de 2017 y el documento del modelo bilingüe bicultural de educación inicial para la primera infancia Sorda (INSOR, 2020).

resultados significativos a favor de un diseño integrado. Finalmente, Güven et al. (2022) investigaron el PCK inclusivo en docentes de matemáticas que trabajaron con estudiantes con discapacidades, hallando estrategias de enseñanza insuficientes, especialmente en docentes de estudiantes Sordos.

Como se puede observar en este artículo, el término 'modelo' se utiliza en varios contextos: el modelo bilingüe bicultural como normativa colombiana para la educación de Sordos; el modelo lingüístico como una persona Sorda que modela la lengua, el desarrollo comunicativo y la construcción de identidad; y el modelo de PCK como propuestas conceptuales que profundizan en el conocimiento pedagógico del contenido.

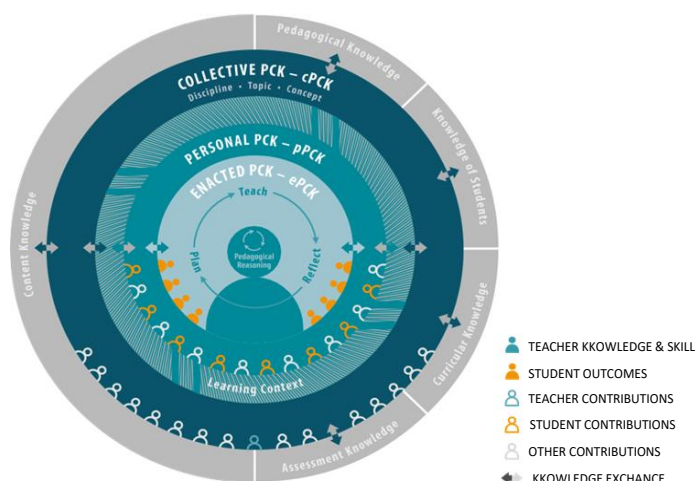
Para comprender un poco más la concepción del modelo del PCK, se abordarán los conceptos de modelo del PCK y del modelo de consenso refinado.

Modelo del PCK y del modelo de consenso refinado

Este modelo proporciona marcos para entender y analizar el PCK del profesorado, así como su conexión con la práctica y los logros del estudiantado. El PCK, concebido por Shulman (1986), enfatiza la transformación y las características idiosincráticas, incluyendo componentes como: orientación para la enseñanza de las ciencias; currículo en ciencias; comprensión del estudiantado de un concepto específico de las ciencias; evaluación del aprendizaje de las ciencias y estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Park y Oliver, 2008).

Por su parte, el modelo de consenso refinado del PCK, fruto de reflexiones internacionales sobre la formación docente en ciencias, diferencia entre el PCK colectivo, el PCK personal y el PCK promulgado, mostrando su relación con el PCK en distintos niveles (Carlson et al., 2019). En la imagen 1 se ilustra cómo el PCK promulgado (en la imagen 1, *enacted PCK*) está dentro del PCK personal, y este último dentro del PCK colectivo, indicando un intercambio bidireccional de conocimientos durante el desempeño profesional del docente en ciencias. Esto implica que las habilidades, actitudes y creencias en la enseñanza de las ciencias se desarrollan y enriquecen con el tiempo, formando el PCK promulgado (Mora y Parga, 2021).

IMAGEN 1. Representación del modelo de consenso refinado del PCK



Fuente: Carlson et al. (2019)

En este contexto, el modelo de consenso refinado enfatiza cuatro aspectos cruciales: el entorno de aprendizaje, la distinción entre PCK colectivo y PCK personal y su relación con el PCK promulgado y el enfoque en el desarrollo del PCK promulgado en la acción. Es decir, cuando el profesorado toma decisiones sobre cómo enseñar ciertos contenidos en contextos específicos, se

producen intercambios de conocimientos moderados por filtros y amplificadores, lo que constituye el PCK promulgado. Las experiencias durante la práctica educativa contribuyen al desarrollo de este componente (Mora y Parga, 2021).

Por lo tanto, el PCK colectivo integra conocimientos y experiencias educativas específicas que se comparten mediante las conversaciones entre educadores. La planificación conjunta de profesores, como en una secuencia de enseñanza, impulsa el aprendizaje profesional. El PCK colectivo también abarca conocimientos relacionados con la forma de introducir la argumentación científica en niños y niñas, entender las concepciones previas y aplicar estrategias para facilitar la comprensión de conceptos (Mora y Parga, 2021).

2. PREGUNTAS Y OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con los antecedentes y el marco conceptual referidos, esta investigación se centró en responder las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo son las interacciones entre el PCK de los tres agentes educativos: profesora, intérprete y modelo lingüístico que participan en la enseñanza de genética a estudiantes Sordos de secundaria?
- ¿El PCK colectivo en el marco del modelo de consenso refinado podrá explicar las interacciones entre el PCK de cada uno de los agentes educativos para comprender si van más allá de un andamiaje?

A partir de estas preguntas se planteó el siguiente objetivo de investigación: analizar la interacción entre los PCK de los tres agentes involucrados en la enseñanza (profesora, intérprete y modelo lingüístico) de las ciencias con población estudiantil Sorda, tomando como referencia el modelo de consenso refinado.

Las reflexiones de esta investigación en torno a estas interacciones abren puertas a estudios que contribuyen a la conceptualización del PCK y que ayuden a potencializar el modelo de consenso refinado en un trabajo colectivo como lo es en un contexto de educación inclusiva que ha sido poco explorado.

3. METODOLOGÍA

3.1. Construcción del caso: modelo lingüístico e intérprete

La profesora, bióloga con maestría en enseñanza de ciencias naturales, adapta material para estudiantes Sordos, fomentando su interés y competencias en ciencias. Su enfoque inclusivo le valió un reconocimiento del Ministerio de Educación Nacional. Siguiendo el modelo bilingüe bicultural, cuenta con el apoyo de un adulto Sordo (modelo lingüístico) y de una oyente (intérprete) para facilitar la comunicación.

Este equipo educativo fue destacado como caso de estudio por su colaboración en la planificación de contenidos de genética, ofreciendo una comprensión particular de la enseñanza de ciencias en un contexto inclusivo (Hernández et al., 2018).

3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron técnicas e instrumentos para recolectar la información tales como entrevistas biográficas y de representación del contenido para explorar el PCK de cada uno de los agentes educativos (Padilla y Van Driel, 2011). Las entrevistas biográficas que se diseñaron (tabla 1) y las de la representación del contenido (tabla 2) tuvieron adaptación cultural y se centraron en la

planificación, desarrollo y evaluación de una unidad didáctica específica sobre genética. Se documentaron los objetivos de enseñanza, las estrategias utilizadas y las formas de evaluación (Melo, et al., 2016; Suh y Park, 2017).

TABLA 1. Preguntas de la entrevista biográfica para cada uno de los agentes educativos: profesora, intérprete y modelo lingüístico

Profesora	Modelo lingüístico e intérprete
¿Cuál es su formación universitaria?	¿Cuál es su formación universitaria?
¿Cuánto tiempo lleva como docente?	¿Cómo llegó a esta labor?
¿Aparte de Ciencias Naturales, ha enseñado otra asignatura?	¿Cómo llegó a la institución educativa?
¿Piensa que actualmente existen barreras para la enseñanza de las Ciencias Naturales?	¿Usted se considera profesor/a y/o modelo lingüístico (o intérprete) de las clases del profesorado? ¿En qué áreas? ¿Normalmente, usted hace parte de las clases de ciencias naturales?
¿Cuáles y por qué?	¿Cuánto tiempo hace que usted se desempeña como intérprete o modelo de estudiantes Sordos? ¿Dónde?
Si cree que no existen barreras, ¿por qué no las hay?	¿Estos grupos le fueron asignados o lo solicitó usted?
¿Piensa que actualmente existen barreras para la enseñanza de las Ciencias Naturales a estudiantes Sordos?	¿Me puede hablar un poco sobre cada una de estas experiencias?
¿Cuáles y por qué?	¿Semejanzas, diferencias, retos, éxitos, aprendizajes?
Si cree que no existen barreras, ¿por qué no las hay?	¿Piensa que actualmente existen barreras para la enseñanza de las Ciencias Naturales?
¿Qué diferencias existen en la manera cómo estos estudiantes aprenden ciencias naturales frente a quienes no lo son?	¿Cuáles y por qué? *
¿En cuántas ocasiones has sido usted docente de estudiantes Sordos?	Si cree que no existen barreras, ¿por qué no las hay?
¿Dónde? ¿Por cuánto tiempo?	¿Piensa que actualmente existen barreras para la enseñanza de las Ciencias Naturales a estudiantes Sordos? Si su respuesta fue afirmativa, ¿cuáles y por qué?
¿Estos grupos le fueron asignados o lo solicitó usted?	Si cree que no existen barreras, ¿por qué no las hay?
¿Me puede hablar un poco sobre cada una de estas experiencias?	¿Qué diferencias existen en la manera cómo estos estudiantes aprenden Ciencias Naturales frente a quienes no lo son?
¿Semejanzas, diferencias, retos, éxitos, aprendizajes?	¿Cómo ha sido su experiencia con su formación profesional como persona con discapacidad auditiva? *

Todas las preguntas de la columna de la derecha se realizaron, tanto al modelo lingüístico como a la persona intérprete, salvo las que están con asterisco (*), que no se realizaron a la persona intérprete.

Fuente: elaboración propia

Ambos tipos de entrevistas fueron validadas por los autores. Atendiendo a que las clases se desarrollaron durante el confinamiento ocurrido a causa del covid-19, las sesiones de clase con el estudiantado Sordo se realizaron utilizando una de las plataformas comerciales dispuestas para el efecto. Gracias al uso de estas plataformas las clases se grabaron, lo que permitió seleccionar los episodios más significativos de la enseñanza de genética [ADN, herencia, alteraciones cromosómicas y vocabulario en señas]. Se realizaron las transcripciones y sinopsis respectivas para resaltar los aspectos relevantes relacionados con el objetivo de la investigación.

TABLA 2. Entrevista de la representación del contenido

Componentes del PCK	Preguntas formuladas
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar? ¿Qué deseaba que el estudiantado aprendiera con estos contenidos?
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 el estudiantado conociera 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 del estudiantado de un concepto específico de las ciencias	¿Cuáles creía que eran las dificultades/limitaciones relacionadas con lo que el estudiantado suele entender sobre este contenido? ¿Qué limitaciones o dificultades suelen estar relacionadas con la enseñanza de este tema?
Comprensión del estudiantado 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?
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 el estudiantado en lengua de señas? ¿Qué actividades planeó para la enseñanza de estos contenidos?
Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias	¿Cómo pensaba usted evaluar si el estudiantado comprendería o no los contenidos?

Fuente: elaboración propia

3.3. Construcción del mapa del PCK para los agentes educativos

Se aplicó una técnica de sistematización basada en el modelo pentagonal de Park y Oliver (2008) para construir el mapa del PCK, utilizando información obtenida de entrevistas y grabaciones de clases. Con el objetivo de correlacionar los componentes del PCK con las preguntas de las entrevistas de la representación del contenido y las respuestas obtenidas, se elaboró un libro en Excel. Las respuestas se ubicaron junto a las preguntas correspondientes a cada componente. Posteriormente, los componentes del PCK se reorganizaron horizontalmente en la matriz para analizar la relación entre

las respuestas y los componentes, destacando la direccionalidad que adoptaban independientemente del origen de la pregunta. Para llevar a cabo este análisis, se identificaron palabras clave en las respuestas de los agentes educativos, tomando como referencia estudios previos sobre la aplicación de la representación del contenido en la construcción del PCK (Bertram, 2014; Candela, 2017; Melo et al., 2020; Suh y Park, 2017). La tabla 3 ilustra un ejemplo de esta sistematización.

TABLA 3. Ejemplo de matriz para la construcción del mapa del PCK de la profesora

A. Inicio de la matriz			
COMPONENTES DEL PCK	PREGUNTAS BASE	FORMULADAS	RESPUESTAS
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar?	Inv (I): Hola P, otra vez muchísimas gracias por este espacio. Recordemos que, por cuestiones de pandemia por el COVID, no pude realizar la entrevista antes de que usted comenzara la unidad didáctica de genética para los alumnos 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(P): A ver Inv, ... el ... digamos pues como 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
	¿Qué deseaba que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?	Inv (I): ... y ... ¡Muy Bien! ... y si bien hay un aprendizaje con estos contenidos, pero eso es supremamente importante todo lo que viene la siguiente pregunta	P(P): Esos contenidos, pues, digamos van precisamente Inv, porque es que la genética es muy importante, sí!
Orientación para la enseñanza de las Ciencias (Creación de un modelo de enseñanza)	¿Por qué creía que era importante que los estudiantes aprendieran con estos contenidos?	Inv (I): ... y es que es muy importante todo lo que viene la siguiente pregunta	P(P): ¡Ahhh, sí!
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	¿Qué conocimientos de genética tiene usted?	Inv (I): ... ¡Claro que sí! Bueno, y digamos que yo siempre participo Inv, incluso	P(P): ... Eso es muy duro, esa pregunta es Ahí tenemos los conceptos previos.
	¿Qué comprensión de los estudiantes de un concepto específico?	Inv (I): pero eso es supremamente importante	P(P): ... digamos, con los chicos sordos, como ellos, a veces, cuando se trata de evaluar, finalmente, en
Comprensión de los estudiantes de un concepto específico	¿Qué sabe usted sobre la manera de pensar de los estudiantes?	Inv (I): ... y en el caso específico de la genética	P(P): No ... ellos, a veces, cuando se trata de evaluar, finalmente, en
	¿Cuáles creía que eran las dificultades/limitaciones de los estudiantes?	Inv (I): ¡Exactamente! muy bien P. Y en el caso particular de esta unidad	P(P): Ve Inv, mmm cuando yo llegué a la F
Estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza	¿Cuáles son los procedimientos para enseñar?	Inv (I): ¿O sea que cada año tú vas añadiendo más contenidos?	P(P): Ve Inv, entonces ya, digamos, con la cabeza un sí y dice: ¡h
	¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes aprendieron?	Inv (I): Entonces ... ¡exacto! Entonces, con los chicos siempre participan Inv, incluso	P(P): Asienta con la cabeza un sí y dice: ¡h
Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de los estudiantes	¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes aprendieron?	Inv (I): ¡Espectacular! Ya que tu mención de la evaluación, finalmente, en	P(P): con los chicos utilizamos algunas aplicaciones
	¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes aprendieron?	Inv (I): ¡Exacto! entonces en ese sentido, ¿pero es oral?	P(P): eeeeh la evaluación, finalmente, en
Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de los estudiantes	¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes aprendieron?	Inv (I): ¿Pero es oral?	P(P): ¡sí! El proceso de evaluación con ellos
	¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes aprendieron?	Inv (I): ... y entonces ¿quién participa en la evaluación?	P(P): ¡sí claro! Como te decía, pues, ya lle
Conocimiento de la evaluación del aprendizaje de los estudiantes	¿Cómo pensaba usted evaluar si los estudiantes aprendieron?	Inv (I): ...y lo que no hay ¿Quién lo diseña?	P(P): Entre el modelo, la intérprete y los e

B. Sinopsis de la entrevista de la representación del contenido			
Componentes del PCK	Preguntas base	Preguntas formuladas	Respuestas de la profesora
Conocimiento del currículo en ciencias (materiales curriculares; currículo vertical; currículo horizontal)	¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar? ¿Qué deseaba que el estudiantado aprendiera con estos contenidos?	Investigadora: Hola profesora, muchísimas gracias por este espacio. Recordemos que, por cuestiones de pandemia por el COVID, no pude realizar la entrevista antes de que usted comenzara la unidad didáctica de genética para los alumnos 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?	Profesora: 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 de la representación del contenido 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.

Fuente: elaboración propia

Finalmente, se analizó la interacción entre estos componentes para cada agente educativo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mapeo del PCK en la enseñanza de genética a estudiantes Sordos mostró que el conocimiento del currículo en ciencias era el componente más fuerte en la práctica de la profesora, por lo que el mapa del PCK se realizó a partir de éste, lo cual permitió analizar cómo interactúan los componentes del PCK en cada agente educativo, ofreciendo una visión integral de su práctica pedagógica y de los procesos de toma de decisiones.

En las entrevistas biográficas a los tres agentes educativos, todos coincidieron en que la enseñanza sin barreras había transformado sus prácticas.

Profesora: ... la práctica pedagógica me tocó transformarla totalmente... cambiar mi manera de enseñar...

No todas las instituciones educativas públicas tienen un buen laboratorio para ciencias naturales en donde se tengan herramientas que necesitan para hacer una buena práctica con estos estudiantes.

Por ejemplo, con mi tía Sorda solo hablo de cosas cotidianas, así que el discurso con el estudiantado debe ser diferente.

El mensaje que yo creo transmitir pasa por mis compañeros, modelo lingüístico e intérprete, antes de llegar al estudiante. Entonces es aprender a trabajar con ellos.

Modelo lingüístico: ... por mi cuenta, fue muy difícil, pero agradezco al apoyo al acompañamiento que me dio el intérprete y el docente en el aula [Responde la importancia de la profesora y de la intérprete para entender conceptos en tanto no tiene formación en ciencias]

Todos los oyentes estaban muy abiertos para apoyarme en este proceso, para poder avanzar muy rápidamente en mis estudios.

Mi enfoque fue brindar a al estudiantado Sordo la información en lengua de señas y que los conceptos lo entiendan en su primera lengua.

Intérprete: ... el aprendizaje es igual para todos, sin barreras. Es mucho la actitud del docente más que barreras. Toca bajar un poco el nivel de la lengua de señas y adaptarla para que el estudiantado la entienda mejor.

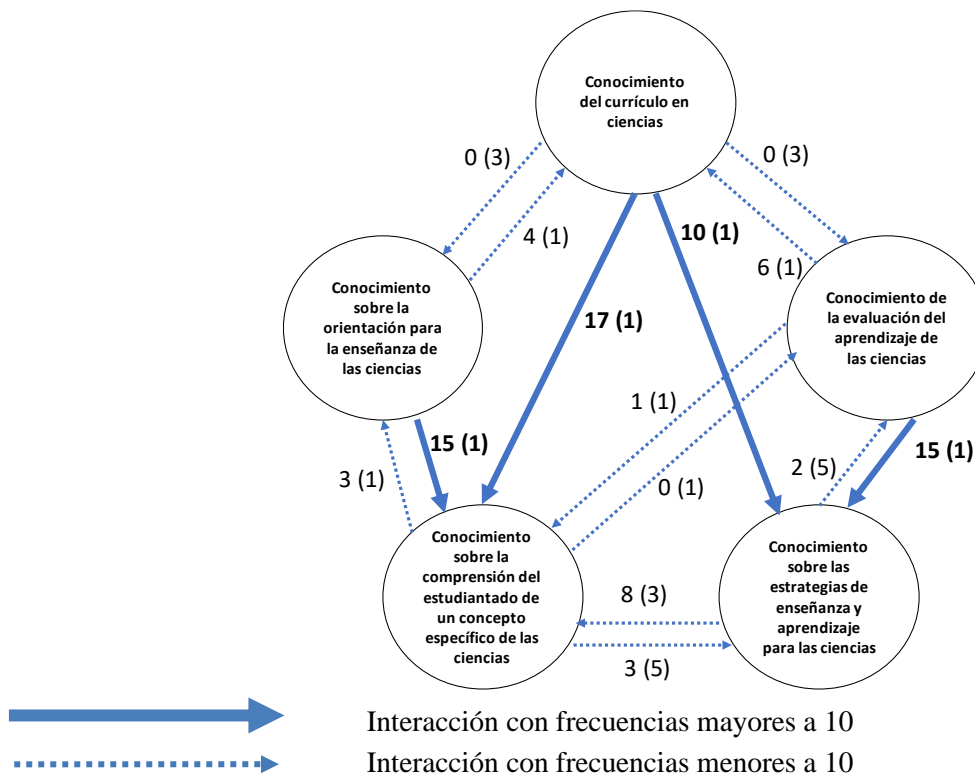
Estos hallazgos subrayan la necesidad de transformaciones pedagógicas para la educación inclusiva, considerando la diversidad cultural y lingüística del estudiantado Sordo, para quienes la

lengua de señas colombiana es crucial (Clark et al., 2021). La participación colaborativa en la enseñanza de la genética se analiza, explorando la articulación de los PCK de la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico, indagando si en la enseñanza son andamiajes o su interacción permite configurar un PCK colectivo.

4.1. Integración de los componentes del PCK de la profesora y su relación con el PCK del modelo lingüístico y de la intérprete

La imagen 2 muestra el PCK de la profesora en donde se observa la interacción de los diferentes conocimientos: del currículo en ciencias con el de la comprensión del estudiantado sobre un concepto específico y las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Además, se destaca la importancia de los conocimientos: orientación para la enseñanza y evaluación para el aprendizaje en la práctica docente y la comprensión de la educación inclusiva.

IMAGEN 2. Integración de los componentes del PCK de la profesora



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 indican el número de preguntas que se le hicieron a la profesora en la entrevista semiestructurada a partir de la representación del contenido.

Fuente: elaboración propia

También se observa que la profesora se apoya en el currículo para orientar su enseñanza para el estudiantado Sordo (frecuencias más altas: 17 con la comprensión del estudiantado de un concepto específico de las ciencias y 10 con las estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias), vinculando el aprendizaje con la realidad. Lo anterior, se evidencia cuando la profesora responde a las preguntas sobre cuáles eran los contenidos de genética que planeaba enseñar y el por qué era importante que el estudiantado conociera estos temas específicos en genética:

Fragmento de entrevista de la representación del contenido [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. 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... 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.

La experiencia y compromiso de la profesora se reflejan en adaptaciones curriculares contextualizadas para estudiantes Sordos, buscando accesibilidad y comprensión universal (Candela, 2017). Lo anterior, está respaldado por trabajos previos en donde argumentan que enseñar a través de la realidad de la vida simplifica la transmisión de conceptos y que la utilización, tanto de gráficas como de lengua de señas colombiana, contribuye aún más a su comprensión (Bertram, 2014). Los lineamientos curriculares ofrecen orientación, pero su efectividad depende de la integración con evaluación, formas de comunicación, diversidad cultural y lingüística (Gómez y Velazco, 2017). La interacción entre los conocimientos: del currículo y de la comprensión del estudiantado de un concepto específico de las ciencias destaca el esfuerzo de la profesora por comprender ideas alternativas y adaptar estrategias de enseñanza, reflejado en sus respuestas en la entrevista de la representación del contenido (tabla 4).

TABLA 4. Evidencias de la representación del contenido de la profesora a través de categorías emergentes que muestran la importancia del conocimiento sobre la comprensión del estudiantado de un concepto específico de las ciencias en Sordos

Pregunta base	Categoría	Respuesta de la profesora
¿Qué sabe usted sobre la manera de pensar de sus estudiantes y qué influye en la enseñanza de estos contenidos?	Exploración de conocimientos previos y bases con relación al tema.	Cuando se trata de explicar su condición, es muy complejo porque sus familias tratan de explicar a su manera: ¡Ahhh es que la mamá se enfermó! 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 del estudiantado y no llegan con tanta predisposición.
¿Qué limitaciones o dificultades suelen estar relacionadas con la enseñanza de este tema?	Considera las habilidades comunicativas del estudiantado.	Una de las limitantes para los Sordos es volver a recordarles las señas de un concepto específico. Es empezar a rescatar todo ese vocabulario en biología y a veces eso satura.
	Desarrolla actividades para la planeación de sus clases.	[Continúa hablando del vocabulario de conceptos en lengua de señas] ... Tratamos de planear la clase para iniciarla como un juego. Jugamos poniendo las señas y cada uno cuenta lo que hace. Les hacemos exámenes que no los parecen, ... ¡pero les estamos evaluando las señas de dichos conceptos! ..."

Fuente: elaboración propia

La profesora busca superar barreras auditivas recordando conceptos mediante situaciones cotidianas, alineándose con investigaciones sobre el aprendizaje de estudiantes Sordos, que destacan la importancia de considerar sus necesidades comunicativas y lingüísticas (Guerrero-Arenas y Hernández-Santana, 2022). El profesorado debe reconocer que estos estudiantes se comunican principalmente a través de la visión, lo que influye en su construcción de la realidad y explica la

interacción entre el conocimiento del currículo y el conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias.

La profesora planifica estrategias para garantizar recursos y competencias en estudiantes Sordos, subrayando la importancia de transformar currículos y capacitar a docentes e instituciones. Se destaca la necesidad de reflexión con la comunidad académica para evaluar procesos de inclusión y atención a la diversidad, ajustando metodologías y currículos para asegurar una educación equitativa y de calidad (Murayama, 2016).

La investigación resalta la relevancia del conocimiento del currículo con relación al conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias. Estrategias visuales, como gráficas y videos, muestran cómo los elementos multimodales construyen significados científicos. Sin embargo, las limitaciones en las representaciones obstaculizan la adaptación y restringen el PCK del docente en "representaciones útiles para la enseñanza" (Formoso y Rodríguez, 2018). La profesora menciona la falta de material de apoyo para enseñar ciencias naturales, especialmente genética, a estudiantes en esta condición.

Fragmento de entrevista de la representación del contenido:

Profesora: ... con la experiencia que ya habíamos tenido, empezamos a recopilar material, ya que una de las grandes dificultades que hay para la enseñanza del estudiantado Sordo, es que no hay material académico para ellos. Existen editoriales que se especializaron en producir textos para instituciones educativas, pero sólo para dar clase a estudiantes oyentes. Los videos de YouTube, tienen transcripciones, pero no son suficientes porque muchos Sordos no dominan el español escrito.

La profesora adaptó las clases de genética al recopilar material gráfico y videos traducidos a lengua de señas colombiana, asegurando la comprensión del estudiantado Sordo y eliminando obstáculos visuales al explicar los conceptos. A continuación, una breve descripción de la estrategia de enseñanza de la profesora.

Fragmento de entrevista de la representación del contenido:

Profesora: [se refiere a páginas web con material de apoyo para la unidad de genética]: en YouTube encontramos material que usamos haciendo algunas interpretaciones en lengua de señas colombiana. Entonces los conceptos son explicados de una manera muy gráfica con videos muy cortos que facilitan la enseñanza.

La estrategia se centra en la comprensión de conceptos y aprendizaje de vocabulario en la lengua nativa. El profesor debe considerar cómo aprenden y el lenguaje más apropiado. El conocimiento sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje para las ciencias es esencial, resaltado por la profesora en la entrevista de la representación del contenido al destacar la importancia de una planificación minuciosa con dos agentes educativos en la enseñanza de ciencias naturales a estudiantes Sordos: intérprete y modelo lingüístico.

Fragmento de entrevista de la representación del contenido:

Profesora: ... ellos siempre participan [refiriéndose a la intérprete y al modelo lingüístico, 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.

El vocabulario para este tema específico es una herramienta clave para la comprensión de los conceptos, ya que las representaciones en la lengua nativa de los Sordos son fundamentales en el currículo (Shulman, 1986), lo cual se refleja en la práctica de la profesora.

Aunque el conocimiento del currículo es el más relevante en la profesora, la interacción entre los componentes del PCK requiere una reflexión constante para mejorar la práctica docente, y algunos de ellos pueden influir significativamente en los procesos educativos.

4.2. Componentes que dirigen la acción docente de la profesora

El análisis sugiere que la profesora toma decisiones sobre estrategias de enseñanza basadas no solo en el currículo, sino también en creencias sobre el aprendizaje, la naturaleza de la ciencia y el lenguaje, es decir, en el conocimiento de la orientación para la enseñanza de las ciencias (Suh y Park, 2017). Este componente interactúa con el conocimiento de la comprensión del estudiantado de un concepto específico de las ciencias, evidenciado cuando la profesora enseña genética considerando la condición del estudiantado Sordo. Utiliza analogías, ejemplos cotidianos y metáforas para facilitar la comprensión.

La tabla 5 muestra cómo la profesora usa ejemplos cotidianos para explicar enfermedades genéticas hereditarias, basándose en la idea de que esta relación facilita el entendimiento. La profesora ajusta su enseñanza para ayudar al estudiante, identificado como E4, a comprender el mundo según su formación.

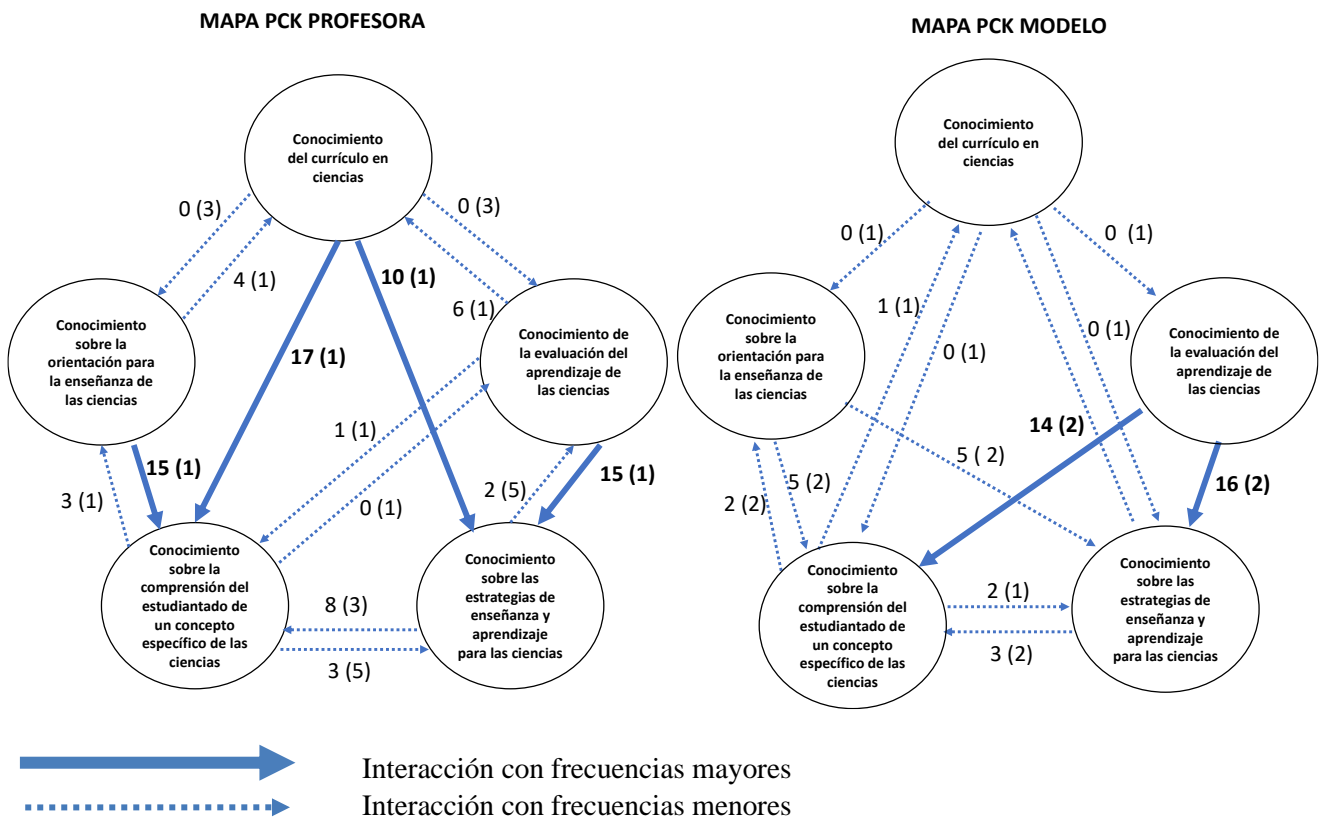
TABLA 5. Evidencias de clase en donde la profesora explica genética al estudiantado (E4) con ejemplos de la vida real (alteraciones cromosómicas)

Fragmentos	Evidencia
1	E4: Profe... ¿Qué pasa en el caso de un Sordo que no tiene oídos? ... [se señala el pabellón de la oreja] Profesora: ... Hay sorderas hereditarias y otras no. Por ejemplo, infecciones, enfermedades de la mamá durante el embarazo, medicamentos muy fuertes durante el embarazo, traumatismos y otros ...
2	Profesora: 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-Hirschhorn y su cariotipo].
3	Profesora: ... ¿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.
4	Profesora: ... El labio leporino es una condición que, antes no lo operaban muy rápido. Los niños que tenían labio leporino tenían muchas dificultades, pero en la actualidad se pueden operar.
5	Profesora: Acá tenemos este síndrome que son ojos 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. Estas personas suelen tener problemas visuales delicados.
6	Profesora: ... Esta persona con Klinefelter tiene dos cromosomas X y uno Y, su cuerpo es de hombre: tiene pene. Pero tiene una producción hormonal femenina muy alta, hace que tenga ciertas características de mujer: desarrollo del pecho, el patrón de la grasa, la falta de vello.

Fuente: elaboración propia

Comprender la integración del PCK de la profesora reveló el trabajo colaborativo con dos agentes educativos cruciales: intérprete y modelo lingüístico. Esto se refleja en la planificación de contenidos y estrategias de evaluación, abordando tanto el vocabulario como los propios conceptos. Al comparar los mapas del PCK de la profesora y del modelo lingüístico (imagen 3), se nota que el modelo lingüístico respalda a la profesora en la evaluación de conceptos y en la creación de señas inexistentes no sólo del vocabulario en lengua de señas, sino también en las estrategias para explicar los conceptos mismos y, de esta manera, la enseñanza de la profesora puede llegar más precisa al estudiantado Sordo por ser en su lengua nativa.

IMAGEN 3. 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



Los números sobre las líneas indican la frecuencia de interacciones entre componentes de acuerdo con la videoscopía. Los números sobre las líneas entre paréntesis indican el número de preguntas que se le hicieron a la profesora en la entrevista de la representación del contenido

Fuente: elaboración propia

También se puede observar que la comprensión del estudiantado de un concepto específico de las ciencias es el que dirige la práctica docente de la profesora (frecuencias más altas de interacción con el conocimiento del currículo en ciencias y con el conocimiento sobre la orientación para la enseñanza de las ciencias: 17 y 15, respectivamente), y es apoyada por las funciones evaluativas del modelo lingüístico (frecuencias de interacción más altas con la comprensión del estudiantado de un concepto específico de las ciencias y el conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias: 14 y 16, respectivamente). En cambio, en este último, el conocimiento de las estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza de las ciencias es el que dirige su acción docente (frecuencia más alta: 16) y, en este caso, es apoyado por la profesora a través

del conocimiento del currículo (frecuencia: 10) y también por el conocimiento de la evaluación del aprendizaje de las ciencias (frecuencia: 15).

Los modelos lingüísticos en la enseñanza de estos estudiantes son esenciales por su claridad. Los adultos Sordos deben reconocer que la narración se aprende en conversaciones, utilizando juegos, dramatizaciones, lecturas de historias y eventos familiares para desarrollar esquemas narrativos. Sus expresiones lingüísticas en diálogos y conversaciones con los niños gradualmente complejizan el uso de la lengua de señas colombiana, facilitado por chistes, bromas, llamados de atención, explicaciones de juegos, narraciones, lectura de cuentos, conciliaciones y negociaciones. Cuando el modelo lingüístico proporciona ejemplos para explicar la enseñanza de la profesora, exagera o comparte historias personales para contextualizar los ejemplos que utiliza la profesora en clase:

Fragmento 6, Episodio 4-ADN:

Modelo lingüístico: ... mis hermanos y yo, éramos de piel clara, como nuestros padres, excepto uno de ellos con piel más oscura. La explicación es que, aunque somos hermanos, las características dependen del ADN que nos da las características físicas. De los genes recesivos o dominantes de nuestra ascendencia. En mi caso, el color oscuro de mi hermano se debió a que mis abuelos eran también de piel oscura y heredó esta característica.

Fragmento 6, Episodio 6-Herencia:

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

Fragmento 7, Episodio 6-Herencia:

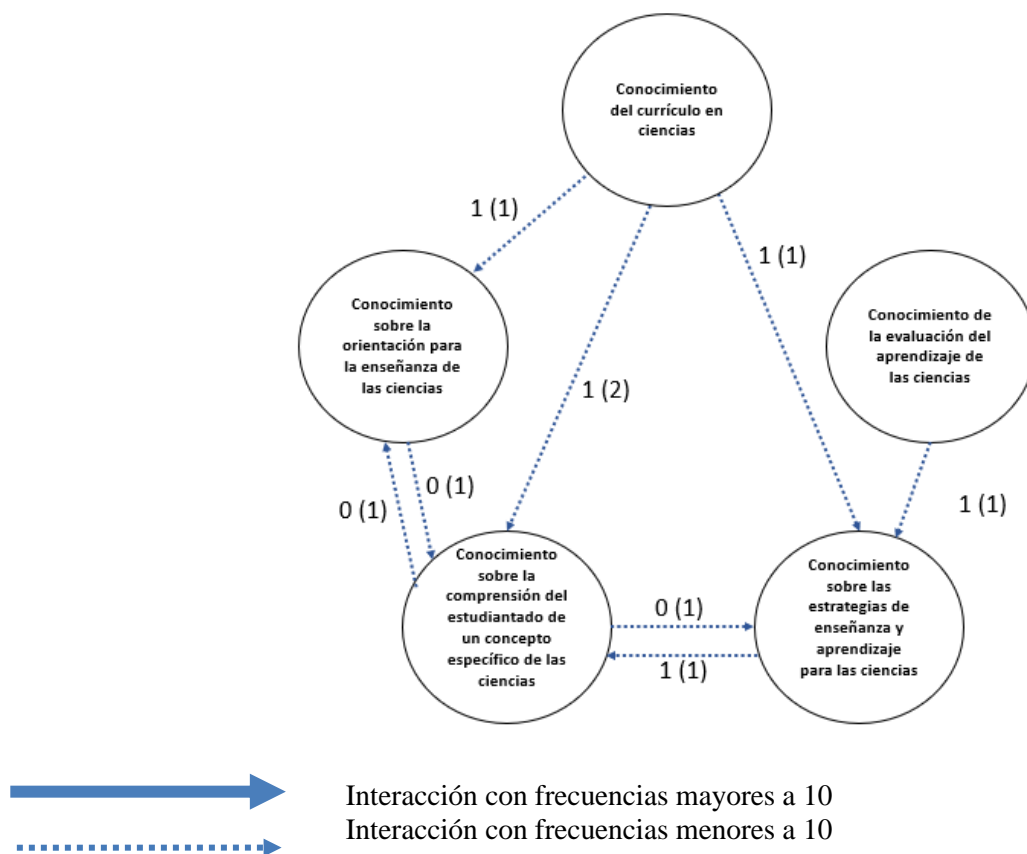
Modelo lingüístico: les había mencionado que la marihuana causa varios problemas, por lo cual podrían causar daños. [Continúa explicando con una situación de la cotidianidad]. Puedes divertirte en una fiesta y consumir drogas o licor, ves a mujeres hermosas y se te sale el corazón. Lo que no sabes es que con el tiempo los daños por el consumo de estas sustancias se podrían expresar en tu descendencia. Son las consecuencias de los actos y de las decisiones que tomamos en la vida.

La profesora delega al modelo lingüístico la evaluación después de explicar los conceptos, siendo responsabilidad de la profesora hacer ajustes para que lleguen de manera fiel al estudiantado, siempre que la planeación ya establezca los parámetros para la evaluación. Estos resultados fortalecen la conceptualización del PCK en inclusión, evidenciando la colaboración entre los tres agentes educativos. Esto se explica por el PCK colectivo del modelo de consenso refinado del PCK, que describe el conocimiento especializado adquirido a través de interacciones en el entorno.

Para la profesora, el currículo es crucial, pero la evidencia de la matriz PCK muestra que ajusta su planeación con el modelo lingüístico y con la intérprete para la comprensión y traducción precisa de los conceptos. La correlación con el modelo lingüístico, al delegar la evaluación, se refleja que no hay una intervención directa de la profesora, en donde estratégicamente su orientación al enseñar conceptos de genética es clave para la comprensión del estudiantado.

Aunque la intérprete no interviene directamente en clase según su PCK (imagen 4), destaca su intensa colaboración en la planificación con la profesora, buscando estrategias con el modelo lingüístico.

IMAGEN 4. PCK de la intérprete



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 indican el número de preguntas que se le hicieron a la profesora en la entrevista semiestructurada a partir de la representación del contenido

Fuente: elaboración propia

Sin embargo, en la entrevista la intérprete subraya la importancia de planificar contenidos de genética con la profesora y con el modelo lingüístico:

Fragmento de entrevista de la representación del contenido de la intérprete:

Investigadora: ¿Qué contenidos de genética planeaba enseñar? ¿Sabías?

Intérprete: ... ¡Sí, claro! siempre nos hemos reunido los tres [se refiere a la profesora, intérprete y modelo lingüístico]. Nos quedábamos después de clase y hacíamos la planeación. Enseñamos un tema y luego, planeamos y así sucesivamente. 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 Sordos.

La evidencia muestra que el conocimiento del currículo es clave en el aprendizaje de genética para estudiantes Sordos y en la cooperación con la profesora y el modelo lingüístico. El conocimiento de la comprensión del estudiantado de un concepto específico y las estrategias de enseñanza y aprendizaje para la enseñanza en ciencias, relacionados con el currículo en la profesora, fortalecen el PCK del modelo lingüístico al activarse el conocimiento de la evaluación del aprendizaje y, a su vez, relacionarse con las estrategias de enseñanza y aprendizaje y con la comprensión del estudiantado de

un concepto específico en ciencias. Estos hallazgos indican la colaboración en educación inclusiva respaldada por el modelo de consenso refinado del PCK, considerando el conocimiento colectivo, personal y promulgado de los agentes educativos (Carlson et al., 2019). Este modelo resalta la importancia del contexto en la práctica docente.

Aunque la intérprete y el modelo lingüístico no tienen formación en ciencias, su comprensión es esencial para la planificación. La colaboración con la profesora es clave para enseñar genética a estudiantes Sordos y comprender el PCK en inclusión. La colaboración empieza cuando la profesora expone los contenidos a la intérprete, quien los traduce al modelo lingüístico en lengua de señas colombiana. La profesora adapta las estrategias según las necesidades, flexibilizando tiempo y ajustando la enseñanza a la realidad del estudiantado.

Estos resultados en andamiaje, PCK colectivo y educación inclusiva ofrecen una visión integral de la colaboración entre la profesora, el modelo lingüístico y la intérprete en la enseñanza de ciencias a estudiantes Sordos. El andamiaje se presenta como herramienta para adaptar el currículo, facilitando el acceso y comprensión. La colaboración de la intérprete y del modelo lingüístico ayuda al estudiante Sordo a comprender conceptos de genética en su lengua, promoviendo su autonomía en la aplicación a la vida real.

El PCK colectivo, entendido como el conjunto de conocimientos pedagógicos, de contenido y contextuales compartidos entre educadores (Gess-Newsome, 2015), se refleja en la adaptación curricular de la profesora, contextualizando contenidos para Sordos y oyentes (Herrera y Calderón, 2019).

La educación inclusiva, que busca la participación y aprendizaje para todos, se evidencia en la motivación y sensibilización de los agentes educativos (Rodríguez et al., 2019). La colaboración entre la profesora, el modelo lingüístico y la intérprete muestra compromiso con la diversidad cultural y lingüística, promoviendo un ambiente inclusivo que respeta las diferencias (Trejo y Martínez, 2020). La integración del PCK de estos tres agentes educativos se traduce en estrategias que consideran las habilidades comunicativas, exploran conocimientos alternativos y conectan los contenidos con la realidad del estudiantado (Franco et al., 2021). Esto se refleja en las respuestas de la profesora durante la entrevista de la representación del contenido, mostrando su esfuerzo por adaptar las prácticas pedagógicas a las necesidades individuales.

La configuración del PCK colectivo entre la profesora, la intérprete y el modelo lingüístico en la enseñanza de genética a estudiantes Sordos, destaca la relación de un conocimiento especializado compartido entre agentes educativos en un campo específico (Carlson et al., 2019). La combinación de conocimientos y experiencias de estos tres agentes educativos se evidencia en su intervención en la unidad didáctica, desde la planificación hasta la evaluación. La profesora se centra en el conocimiento del currículo, el modelo lingüístico interpreta y transmite en lengua de señas colombiana, mientras que la intérprete facilita la comunicación entre la profesora y el modelo lingüístico, y entre la profesora y el estudiantado (Park y Chen, 2012). La interacción entre la intérprete, el modelo lingüístico y profesora influye en el PCK de esta última, especialmente en la identificación de estrategias para superar barreras en la comprensión de genética por parte de estudiantes Sordos, desafiando la noción de que el PCK es exclusivamente individual (Carlson et al., 2019). En este sentido, la intérprete y el modelo lingüístico no son solamente un andamiaje del que se sirve la profesora para comunicar al estudiantado los contenidos de genética, sino que, desde la planeación de la clase, los tres agentes configuran un conocimiento compartido que bien cabe en la definición de PCK colectivo.

5. CONCLUSIONES

Este estudio ofrece una visión enriquecedora de la dinámica colaborativa entre una profesora, una intérprete y un modelo lingüístico en la enseñanza de genética a estudiantes Sordos, resaltando el PCK colectivo y su influencia en la práctica educativa en entornos inclusivos. El trabajo

colaborativo entre estos tres agentes es indispensable para una educación inclusiva con calidad, ya que permite compartir un conocimiento especializado que adapta las estrategias, comprende los conceptos y se evidencian los roles de estos agentes educativos durante la planificación. Estos puntos son importantes para considerar las necesidades particulares del estudiantado Sordo, reflejándose en la planificación, ejecución y evaluación de las clases, lo que contribuye a una enseñanza más equitativa.

Los resultados, explicados desde el modelo del consenso refinado, evidencian que el trabajo colaborativo entre los tres agentes educativos constituye una base sólida para comprender la contribución de cada uno en la enseñanza de ciencias naturales a estudiantes Sordos. Esta interacción fomenta la equidad en la enseñanza y refleja una relación con el desarrollo de estrategias metodológicas inclusivas. Por lo tanto, la intérprete y el modelo lingüístico no solo son un apoyo de la profesora para transmitir los contenidos de genética al estudiantado, sino que, desde la planificación de la clase, los tres agentes educativos crean un conocimiento compartido (PCK colectivo).

En cuanto al fortalecimiento de los procesos de inclusión, es fundamental que la profesora planifique los contenidos con el apoyo del modelo lingüístico y de un intérprete, utilizando recursos tecnológicos y lingüísticos adecuados. Además, se resalta la necesidad de unificar los diccionarios de lengua de señas para mejorar la enseñanza de las ciencias naturales a estudiantes Sordos. En esa línea de ideas, se recomienda la profesionalización del intérprete y del modelo lingüístico, lo cual potenciará el PCK colectivo y garantizará procesos educativos con calidad.

Asimismo, es esencial considerar el contexto específico en el que se desarrolla el PCK personal y reflexionar sobre el PCK colectivo en la educación inclusiva. Esto incluye analizar de manera separada las capas del modelo del consenso refinado para una comprensión más profunda. Además, se insta a incorporar estos hallazgos en la formación de profesores, aprovechando la educación inclusiva como una oportunidad para diversificar estrategias metodológicas y promover la diversidad de capacidades en el aula.

El modelo del consenso refinado es clave para la enseñanza equitativa en contextos inclusivos. Se recomienda realizar estudios adicionales con rúbricas especializadas para analizar el PCK personal y colectivo de forma estandarizada, validando el conocimiento compartido y permitiendo análisis comparativos de este modelo.

Referencias

- 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. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70545-2](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70545-2)
- 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., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., y Borowski, A. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. En A. Hume, R. Cooper, y A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge of teaching science* (pp. 77–92). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_15
- Chapoo, S., Thathong, K., y Halim, L. (2014). Biology teachers' pedagogical content knowledge in Thailand: Understanding & practice. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, 116, 442–447. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.237>
- Clark, K., Sheikh, A., Swartzenberg, J., Gleason, A., Cummings, C., Dominguez, J., y 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. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01368>

- Fischer, H.E., Borowski, A., y Tepner, O. (2012). Professional knowledge of science teachers. En B. J. Fraser, K. Tobin, y C. J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (Vol. 24, pp. 435–448). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_30
- Formoso, C. V., y Rodríguez, M. C. (2018). Analysis and classification of didactic materials for the inclusion of people with hearing impairment. *Changing media—changing schools?* <https://www.researchgate.net/publication/337030144>
- Franco, A., Ayuso, G. E., y López, L. (2021). Evaluación de la adquisición de la competencia científica entre el alumnado de Biología de la ESO y una propuesta para mejorar su habilidad en las representaciones gráficas. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 41, 89–118. <https://doi.org/10.7203/dces.41.19095>
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. En A. Berry, P. Friedrichsen, y J. Loughran (Eds.), *Reexamining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28–42). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315735665>
- Gómez, P., y Velazco, C. (2017). Complejidad y coherencia de documentos curriculares colombianos: Derechos básicos de aprendizaje y mallas de aprendizaje. *Revista Colombiana de Educación*, 73, 260–280. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413651843012>
- Guerrero-Arenas, C. I., y Hernández-Santana, G. (2022). Más allá de escuchar: consideraciones cognitivas y lingüísticas en niños Sordos. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 30(3), 1–14. <https://www.researchgate.net/publication/364324173>
- Güven, D., Gürefe, N., y Arıkan, A. (2022). Inclusive pedagogical content knowledge of mathematics teachers: Learning disabilities vs. hearing impairments. *International Journal of Disability, Development and Education*, 69(1), 15–32. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2021.2011155>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). McGraw-Hill.
- Herrera, V., y Calderón, V. (2019). Prácticas pedagógicas y transformaciones sociales: Interculturalidad y bilingüismo en la educación de Sordos. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 13(1), 73–88. <https://doi.org/10.4067/S0718-73782019000100073>
- Hume, A., Cooper, R., y Borowski, A. (2019). *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 201–221). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2>
- Instituto Nacional para Sordos (INSOR). (2020). *Documento de primera infancia*. <https://educativo.insor.gov.co/wp-content/uploads/2020/12/Documento-Primera-Infancia.pdf>
- Lancaster, J., y Bain, A. (2019). Designing university courses to improve pre-service teachers' pedagogical content knowledge of evidence-based inclusive practice. *Australian Journal of Teacher Education*, 44(2). <https://doi.org/10.14221/ajte.2018v44n2.4>
- Melo, L., Marín-Resendiz, E., y Martínez, G. (2016). Conocimiento didáctico del contenido sobre el modelo cinético molecular con profesores mexicanos de educación secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 31, 165–184. <https://doi.org/10.7203/dces.31.8169>
- Mora, W., y Parga, D. (2021). PCK canónico y CDC complejo: Relaciones entre rúbricas y tramas de transición para el desarrollo profesional docente en ciencias. https://congresoenciencias.org/wp-content/uploads/2021/09/Actas-Electronicas-del-XI-Congreso_compressed.pdf
- 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. <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040605>
- Padilla, K., y Van Driel, J. (2011). The relationship between PCK components: The case of quantum chemistry professors. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(3), 367–378. <https://doi.org/10.1039/C1RP90043A>

- Park, S., y 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. <https://doi.org/10.1002/tea.21022>
- Park, S., y Oliver, J. S. (2008). 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. <https://doi.org/10.1002/tea.20234>
- Perry, R. K. (2013). A case for sustainability pedagogical content knowledge in multicultural teacher education. *Multicultural Education*, 21(1), 46–51. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1045855.pdf>
- Rodríguez, Y., Muñoz, K., y Sastre, C. (2019). Habilidades comunicativas y cognitivas de estudiantes Sordos: Diseño de protocolos. *Revista de Investigación en Logopedia*, 9(1), 129–149. <https://doi.org/10.5209/rlog.62184>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Suh, J. K., y 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. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.01.021>
- Tallada, M., Gairín, J., y Talavera, M. (2013). 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*, 31(3), 229–247. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285798>
- Trejo, P., y Martínez, S. (2020). La inclusión de niños Sordos en educación básica en una escuela de México mediante el diseño de recursos digitales. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.758>
- Wood, D., Bruner, J. S., y Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Cuartas Cuartas, A. E., Angulo Delgado, F. y Soto-Lombana, C. A. (2024). ¿Andamiaje o PCK colectivo? configuración del conocimiento para la enseñanza de genética a estudiantes Sordos. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 47, pp. 129-148. DOI: 10.7203/DCES.47.28466

