

# Noticing colaborativo en procesos de tele-inmersión real con cámaras 360° en la formación inicial de profesores de matemática

*Collaborative noticing in real tele-immersion with 360° cameras processes in mathematics teachers' education*

Eugenio Chandía<sup>1</sup>, Paula González<sup>2</sup>, Anahí Huencho<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Educación, Universidad de Concepción, Chile

<sup>2</sup> Liceo Portal, Chile

<sup>3</sup> Facultad de Educación, Universidad Católica de Temuco, Chile

## RESUMEN

Este estudio se centra en la implementación de videos 360° en tiempo real para la formación inicial de profesores de matemáticas de educación básica mediante la tele-inmersión. Se analiza cómo esta tecnología influye en la capacidad de noticing de los estudiantes de pedagogía; es decir, su percepción, habilidades interpretativas y toma de decisiones. A partir de un diseño cualitativo descriptivo, se examinaron las interacciones y decisiones de 32 futuros docentes involucrados en clases de resolución colaborativa de problemas estadísticos. La metodología abarcó cuatro fases de colaboración y reflexión, apoyadas en un modelo de gestión del conocimiento y tele-inmersión utilizando cámaras 360°. Los resultados indicaron que la tele-inmersión facilita un involucramiento profundo en contextos pedagógicos reales, lo que mejora la percepción y capacidad de tomar decisiones desde el contacto con el nivel de docentes experimentados. La inmersión, en sinergia con la colaboración entre docentes en ejercicio y formadores académicos, propició una transición efectiva en varias categorías clave como: el rol, desde estudiante a profesor; el espacio, del aula universitaria al escolar; el conocimiento, de uno general a uno específico en la resolución y guía de problemas estadísticos; y la actividad, desde el diseño hasta la implementación. A pesar de los desafíos técnicos, la tele-inmersión demostró ser una herramienta invaluable para la formación docente, al promover una integración más profunda y efectiva entre teoría y práctica.

### PALABRAS CLAVES:

tele-inmersión;  
formación de  
profesores; trabajo  
colaborativo; noticing

### KEYWORDS:

tele-immersion;  
teacher education;  
360° video;  
collaborative work

### Fecha Recepción

02 de noviembre 2023

### Fecha Aceptación

24 de junio 2024

## ABSTRACT

This study focuses on the implementation of real-time 360° video for the initial training of elementary education mathematics teachers through tele-immersion. It examines how this technology influences the perception, interpretation, and decision-making of preservice teachers, referred to as noticing ability. Based on a descriptive qualitative design, the interactions and decisions of 32 future teachers involved in collaborative statistical problem-solving classes were analyzed. The methodology included four phases of collaboration and reflection, supported by a knowledge management and tele-immersion model using 360° cameras. The results indicated that tele-immersion facilitated a deep immersion in real pedagogical contexts, improving perception and decision-making skills at the level of experienced teachers. The immersion, in synergy with the collaboration between practicing teachers and academic trainers, facilitated an effective transition in several key categories, such as: the role, from student to teacher; the space, from university classroom to school classroom; the knowledge, from general to specific in solving and guiding statistical problems; and the activity, from design to implementation. Despite technical challenges, tele-immersion proved to be an invaluable tool for teacher training, promoting a deeper and more effective integration between theory and practice.

## INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, las tecnologías inmersivas han capturado la atención de la comunidad educativa a nivel global. Estas tecnologías, que abarcan desde la realidad virtual (RV) —entornos digitales completamente reconstruidos— hasta la realidad aumentada (RA) —que implica una superposición de contenido generado del mundo real— y el vídeo 360° —donde el entorno real se captura a través de una cámara— se han convertido en herramientas prometedoras para enriquecer las experiencias de aprendizaje (Pellas et al., 2021). A pesar de no ser conceptos novedosos, la masificación de diversos dispositivos que soportan las experiencias inmersivas ha impulsado su integración a varios niveles educativos, desde la primaria (por ejemplo, Araíza-Alba et al., 2020) hasta la educación superior (por ejemplo, Kosko et al., 2020). La pandemia COVID-19, que limitó el acceso físico a los centros educativos, destacó aún más su potencial para los procesos de enseñanza (Kang et al., 2020). En respuesta, las instituciones educativas —entre ellas, los centros de formación de profesores— se vieron en la necesidad de sondear el aprendizaje a distancia buscando alternativas digitales para compensar las limitaciones de la enseñanza y de las tipologías de formación práctica convencionales (Salmi, 2020). Esta transición no solo propició un aprendizaje colaborativo entre personas de diferentes regiones, sino también el acceso a saberes de personas ubicadas en zonas remotas (Ranieri et al., 2022).

Dentro de este panorama, las representaciones de la práctica, como el caso de los videos, han demostrado ser esenciales en la formación docente, pues propician mayor entendimiento pedagógico, percepción y reflexión profesional (Barnhart & van Es, 2015). No obstante, más allá de los videos tradicionales, existen otros medios que ofrecen perspectivas diversificadas de la práctica docente, como los videos de 360° (Ferdig & Kosko, 2020); especialmente, cuando se transmiten en directo (Rötkönen et al., 2021) y posibilitan la interacción con el entorno (Lamb & Etopio, 2020). En este contexto, los videos de 360° tele-transmitidos en tiempo real emergen no solo como una herramienta digital, sino como una ventana hacia experiencias más corpóreas e inmersivas en la formación inicial docente (Kosko et al., 2021).

En ese sentido, mejorar las oportunidades de inmersión de los estudiantes de pedagogía básica (EPB) es un desafío para las instituciones de formación inicial de profesores en Educación Matemática (Weber et al., 2023). De acuerdo con Chandía et al. (2021), tales retos varían entre las dimensiones de:

- **Espacio:** dar a todos los EPB acceso a una sala de clases de matemática.
- **Actividad:** que recorre las acciones de diseñar, reflexionar y retroalimentar actividades o tareas matemáticas.
- **Rol:** otorgar la oportunidad de asumir el papel de profesor.
- **Conocimiento:** para transitar de un saber general o común a uno especializado sobre la enseñanza y aprendizaje de la disciplina.

Estas dimensiones caracterizan los escenarios situados del ejercicio profesional docente, el cual ha sido parte de una creciente investigación en la última década y que tiene como producto teórico la capacidad de noticing (Blömeke et al., 2022). Este concepto se centra en la relación entre las conductas docentes en el aula, producto de decisiones didácticas, y los dominios cognitivos y afectivos del profesor (Depaepe et al., 2020); lo que implica percibir y atender a elementos relevantes del entorno educativo, así como interpretar-los y razonar sobre ellos (Weyers et al., 2024). En este sentido, propiciar experiencias situadas de inmersión en la formación inicial docente resulta fundamental para potenciar la integración teórico-práctica que ofrece la habilidad de noticing (König et al., 2022).

En el ámbito de la formación docente, uno de los retos más significativos que enfrentan los estudiantes para profesores de básica (EPB) es la planificación y ejecución de clases, proceso reconocido por Krepf y König (2023) como una experiencia práctica esencial. Esta práctica se convierte en la manifestación más evidente de la competencia de noticing cuando se aplica y evalúa en el aula (Cevikbas et al., 2024). La planificación efectiva demanda la integración de conocimientos pedagógicos y disciplinares, parte del dominio cognitivo de los EPB, y permite anticipar y responder a las reacciones estudiantiles ante las instrucciones dadas, generando para ello estrategias de enseñanza (Kaiser et al., 2015).

Sin embargo, tal práctica se ve coartada por las diferentes dificultades que presentan las instituciones formadoras, como lo son: la disposición de cursos y escuelas suficientes para las diferentes especialidades y niveles de formación; la lejanía de los centros educativos de práctica que presentan características de contexto necesarias de conocer y experimentar por parte de los estudiantes de pedagogía —como, por ejemplo, las escuelas rurales o de zonas extremas para instituciones formadoras urbanas y viceversa, en Chile—; y la posibilidad de establecer triadas formativas entre académicos formadores, profesores en ejercicio y estudiantes de pedagogía en espacios específicos para planificar y/o reflexionar sobre procesos de enseñanza y aprendizaje (Almeyda, 2016; Chandía, 2023). Aquí, las tecnologías inmersivas se presentan como una solución en ascenso y esencial para la investigación de la formación práctica en carreras de pedagogía.

Por lo anterior, este estudio emplea la tele-inmersión de clases (transmisión en vivo) mediante el uso de cámaras 360°, dada su estrecha relación con el efecto de inmersión, enganche y motivación que tiene el uso de videos en la toma de decisiones educativo-matemáticas (König et al., 2022) y las posibilidades para ampliar el espectro de información del aula escolar (Kosko et al., 2022); más aún, cuando esto ocurre en tiempo real y se les da la oportunidad a los EPB de intervenir en una clase planificada en triada formativa (Rötkönen et al., 2021). Así, esta investigación explora la capacidad de notar de 32 EPB al participar remotamente en el desarrollo de 4 clases de resolución de problemas de estadística planificadas de forma colaborativa en triadas formativas para un curso de 4.º básico de una escuela municipal situada a 463 kilómetros de distancia de la institución formadora.

De acuerdo con ello, las preguntas de investigación de este estudio son: a) ¿Cuáles son las **características de las decisiones educativo–matemáticas de la capacidad notar** de EPB en educación básica que participan en clases de resolución colaborativa de problemas estadísticos de forma remota, mediante tele-inmersión con cámaras 360° y b) ¿Cómo **adaptan sus planificaciones** los estudiantes para profesor de básica (EPB) al diseñar de manera **colaborativa con un profesor en ejercicio y un académico formador** las clases que experimentarán de manera remota a través de la tele-inmersión?

## MARCO CONCEPTUAL

### Inmersión mediante uso de videos 360°

La incorporación de la realidad virtual (RV) en la formación de futuros profesores ha revolucionado la manera en que los docentes se capacitan y enfrentan sus experiencias en el aula (Atal et al., 2023). Entre estas tecnologías, los videos 360° emergen como una herramienta poderosa de inmersión que permite a los educadores experimentar el entorno del aula de manera mucho más realista (Ferdig & Kosko, 2020; Kosko et al., 2021; Theelen et al., 2019).

Los videos 360° son grabaciones que capturan una vista en todas las direcciones, simultáneamente, utilizando una serie de cámaras o una cámara omnidireccional. Estos videos permiten al espectador ver en todas las direcciones desde el punto de vista de la cámara, y así le proporcionan una experiencia inmersiva más realista que la grabación con cámaras tradicionales (Gandolfi et al., 2021). En consecuencia, ofrecen una capacidad perceptiva superior y una mayor sensación de presencia y encarnación que superan a otros tipos de entornos artificiales (Kosko et al., 2021).

En este contexto, estudios han examinado el impacto de los videos 360° en diversas habilidades docentes, como la capacidad de noticing. Estos estudios observan que los videos 360° ofrecen a los docentes múltiples perspectivas y niveles de toma de decisiones que no están disponibles en los videos estándar (Balzaretto et al., 2019; Buchbinder et al., 2021; Ferdig & Kosko, 2020). El estudio de Weston y Amador (2021) resalta esta ventaja, subrayando cómo la inmersión creada al mirar en múltiples direcciones con videos 360° facilita a los docentes la toma de decisiones sobre lo que se está observando, por ejemplo, integrando las diferentes ideas matemáticas de los estudiantes que trabajan en grupo. Balzaretto et al. (2019) demostraron que, cuando se utilizaban videos 360°, en lugar de videos estándar, los estudiantes de pedagogía podían percibir mucha más información de la sala de clases, debido a que podían mirar libremente a su alrededor y reflexionar. Esto mejora su interpretación y toma de decisiones. Asimismo, Gold y Windscheid (2020) afirman que la sensación de presencia que ofrecen los videos 360° hace que los usuarios sientan que forman parte físicamente del entorno, lo cual les proporciona una experiencia altamente inmersiva.

Desde una perspectiva pedagógica, aunque aún es emergente, la investigación sugiere que las tecnologías inmersivas, como los videos 360°, pueden respaldar eficazmente el aprendizaje experiencial de los estudiantes de pedagogía (Gandolfi et al., 2021; Ranieri et al., 2022). Sin embargo, a pesar de este avance, pocas investigaciones han integrado el uso de videos 360° y la tele-inmersión en tiempo real, que pueden enriquecer

metodológicamente el proceso de inmersión. Más aún, la capacidad de noticing se ha estudiado mayoritariamente en entornos virtuales grabados o simulados, y no tele-transmitidos en tiempo real: una modalidad que podrían aproximar aún más a los estudiantes de pedagogía al aula escolar de matemática (Atal et al., 2023; Köning et al., 2022).

### Noticing

Las investigaciones actuales muestran que, en ciertos contextos educativos, las habilidades docentes para notar —como la percepción, interpretación y toma de decisiones— sirven de puente entre sus competencias cognitivas y sus estrategias pedagógicas (Jacobs & Spangler, 2017). Blömeke et al. (2015), al integrar esta capacidad de noticing y el concepto de visión profesional de Goodwin (2000), delinean un modelo que detalla cómo las facetas cognitivas y afectivo-motivacionales del educador, su habilidad para notar y sus acciones palpables en clase se relacionan entre sí. Este enfoque ha sido respaldado por expertos en investigación de educación matemática y ha probado ser valioso en la formación inicial docente, ya que ilustra la relación entre las distintas dimensiones del conocimiento matemático para enseñar y las conductas de enseñanza (Yang & Kaiser, 2022).

Los docentes perciben mediante sus sentidos, y la exactitud en esta percepción es vista como un signo de experticia, ya que las herramientas necesarias para procesar la información del aula se refinan con la práctica y la formación (König et al., 2022). Así, los futuros docentes podrían percibir las clases de manera diferente que los profesores en ejercicio, debido a su trayectoria y marcos de conocimientos (van Es et al., 2022). Posteriormente, los docentes interpretan, analizando la información percibida, y la relacionan con su conocimiento pedagógico-matemático (Cai et al., 2022). Esta capacidad se ve influenciada por factores individuales, como la expertis y trayectoria del docente; además del contexto, desde el entorno inmediato hasta las políticas educativas más amplias (van Es et al., 2022). Finalmente, tras percibir e interpretar, el docente decide cómo actuar. Este proceso implica evaluar opciones en el dinámico y, a veces, incierto ambiente del aula, considerando los posibles resultados de cada decisión. Así, percibir, interpretar y decidir son habilidades intrincadas que interconectan el conocimiento y comportamiento del docente en el aula. Esta relación, lejos de ser lineal, es el producto de una compleja interacción entre diversos tipos de conocimientos y habilidades, siempre en sintonía con el contexto escolar (Blömeke et al., 2022; van Es et al., 2022).

En este marco, las habilidades de planificar e implementar lecciones de clase en los recientes años se han considerado como unas más dentro de la competencia profesional docente (Cevikbas et al., 2024), inclusive entendiéndolas como habilidades de análisis de situaciones específicas dentro del marco de competencia profesional continua de Blömeke et al. (2015). Lo anterior, porque el campo de disposiciones del profesor —que comprende desde factores psicológicos/afectivos (como creencias y actitudes motivacionales) hasta cognitivos (como conocimientos profesionales, comprensión y consideraciones curriculares/instrucionales)— conforma la estructura de los planes de clase al preparar trayectorias de aprendizaje hipotéticas, anticiparse a las situaciones del aula y al razonamiento de los alumnos, tener en cuenta el compromiso de los estudiantes y crear secuencias didácticas (Cevik-

bas et al., 2024). Estos factores se evalúan in situ, interpretando la interacción con los estudiantes para tomar decisiones adaptadas a esta relación. Así se ayuda a los EPB y profesores a dominar la demanda cognitiva de adaptarse a las disposiciones de aprendizaje de los estudiantes durante el proceso de implementación de la planificación (König et al., 2021).

Por último, la formación colaborativa de docentes ha cobrado especial relevancia en los últimos cincuenta años y un interés aún más pronunciado con los avances en tecnología (Sansone et al., 2019). A pesar de ello, la red y el trabajo colaborativo entre formadores de docentes, mentores o guías y estudiantes de pedagogía siguen siendo campos emergentes (Delbart et al., 2024). Igualmente, la habilidad para notar de manera colaborativa apenas comienza a investigarse de forma profunda (Campbell & Yeo, 2023). En este contexto, el presente estudio aborda el aprendizaje colaborativo como un concepto clave, explorando cómo la interacción entre estos actores puede facilitar al enfrentar desafíos relacionados con la enseñanza de matemáticas. Además, se enfoca específicamente en la habilidad de noticing como unidad fundamental de aprendizaje (Zambrano et al., 2019).

## METODOLOGÍA

La metodología se basa en un diseño cualitativo descriptivo (Aguirre & Jaramillo, 2015), con la finalidad de examinar la capacidad de los EPB para diagnosticar mientras participan a distancia en clases de resolución colaborativa de problemas estadísticos utilizando cámaras 360° (Insta360 ONE) conectadas a internet. Las sesiones —planificadas en conjunto entre un académico formador (AF), un profesor en ejercicio (PE) y los EPB— se llevan a cabo para un curso de 4.º básico en una escuela municipal ubicada a 467 km del lugar de observación.

## Participantes

La muestra investigada abarca cuatro categorías de participantes: EPB en educación básica, alumnos de cuarto básico pertenecientes a una escuela municipal, una profesora en ejercicio y un académico formador.

- EPB: la cohorte está compuesta por 32 individuos, seleccionados de forma intencionada, bajo el criterio de estar cursando la asignatura de Enseñanza y Aprendizaje de la Estadística dispuesto en el cuarto semestre de formación y que no tuvieran experiencias de inserción al aula escolar. De ellos, 23 son mujeres y 9 hombres, con una edad media de 21,5 años (DS=2,8 años).
- Alumnos de cuarto básico: la muestra incluye a 27 niños (18 hombres y 9 mujeres), con una edad promedio de 9,4 años (DS=1,3 años). Ninguno presenta condiciones mentales reportadas.
- Profesora en ejercicio: docente responsable de la asignatura de matemáticas de cuarto básico con una experiencia laboral de 16 años y clasificada como Experta II dentro del sistema de evaluación docente chileno.
- Académico formador: encargado de la asignatura de Enseñanza y Aprendizaje de la Estadística donde se efectúa la intervención y supervisión de los EPB. Cuenta con 18 años de experiencia en la formación de docentes.

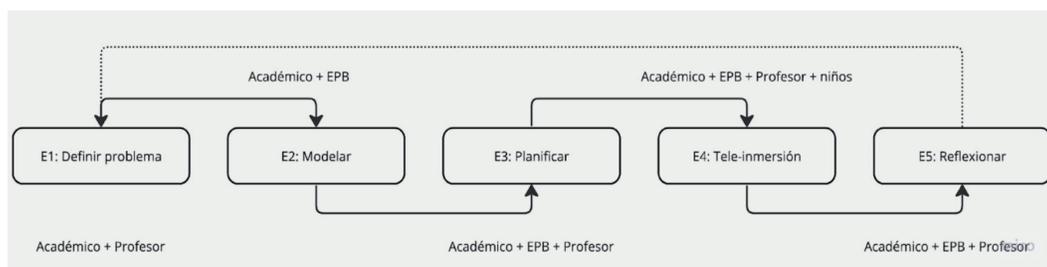
Los involucrados proporcionaron su consentimiento para ser parte de esta investigación. En el caso de los menores, se obtuvo su asentimiento y el consentimiento a través de sus tutores y familiares. Para concluir, los sujetos de estudio —los EPB— acordaron participar en la investigación mediante la firma de un consentimiento informado. Tanto los asentimientos como los consentimientos recibieron la aprobación de la Comisión de Bioética de la Universidad de Concepción, asegurando el cumplimiento de las normativas éticas correspondientes.

## Procedimiento

Para llegar a desarrollar la tele-inmersión e identificar lo que los EPB notan en este proceso, se desarrollan 5 etapas de trabajo colaborativo (ver figura 1) construidas tomando como base elementos del ciclo de investigación participativa (Espinoza, 2020), el modelo de gestión del conocimiento Socialización, Externalización, Combinación e Internalización (SECI) (Cheng, 2018) y las dimensiones de inmersión Espacio, Actividad, Rol y Conocimiento (EARC) (Chandía et al., 2021).

**Figura 1**

*Etapas del trabajo colaborativo para la tele-inmersión e identificación de la capacidad de notar de los EPB*



En la etapa inicial, tanto el AF como el PE delinean el problema a abordar en la clase de tele-inmersión. La elección se basa en la implementación de un modelo de gestión de clases que promueva la colaboración entre los niños y proporcione oportunidades para supervisar su trabajo. Por ende, se opta por una actividad de carácter abierto y asimétrico (Chandía et al., 2022) en el

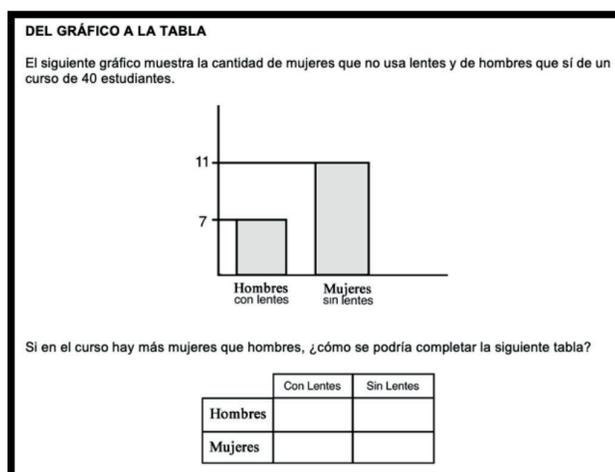
ámbito de la asignatura que congrega a los EPB —específicamente, en Estadística— con un modelo de resolución colaborativa de problemas que incluye una fase plenaria de discusión (Felmer et al., 2019). Esta selección está en sintonía con las prioridades curriculares de la profesora en ejercicio, el contenido disciplinar del cuarto básico y el contrato didáctico acordado con

los estudiantes. A modo de ejemplo, el problema que se seleccionó y que se describe en este estudio es el que se muestra en la siguiente figura (2). El problema requiere

de la lectura de información de un gráfico de barra, donde se presenta la frecuencia absoluta de dos variables: sexo y uso de lentes.

**Figura 2**

*Problema de lectura e interpretación de gráficos y tablas seleccionado para la actividad*



*Nota. Tomada de los problemas que pone a disposición ARPA: <https://arpa.uchile.cl>*

La instrucción original es completar una tabla de doble entrada integrando la información disponible en el gráfico con la dada en el enunciado. Esto requiere de las habilidades estadísticas de leer e interpretar gráficos, construir tablas de doble entrada y traspasar datos de una forma de organización a otra (transnumeración) (Latorres et al., 2022). Por otra parte, requiere del conocimiento sobre gráficos y tablas; lo que incluye los elementos que lo constituyen, como variables, categorías, plano cartesiano, frecuencia absoluta y su representación rectangular.

En la segunda etapa se presenta y modela el problema a los EPB dentro del contexto universitario. Inicialmente, los EPB lo abordan desde la perspectiva de un estudiante de educación básica; posteriormente, asumen un rol docente. Este proceso les permite anticipar y conjeturar potenciales dificultades para los niños y niñas al enfrentarse a dicho problema. Durante esta fase, se busca que los EPB movilicen sus conocimientos y destrezas profesionales para comprender y gestionar el problema en un entorno de aula escolar. Con ello, se espera facilitar el establecimiento de vínculos entre el dominio cognitivo, emocional y las prácticas pedagógicas correspondientes al núcleo de la capacidad de notar (Depaepe et al., 2020).

En la tercera etapa, los EPB se encuentran con el PE y el AF para planificar la clase de tele-inmersión. Juntos, anticipan y acuerdan sobre las posibles dificultades que los niños podrían enfrentar al tratar el problema, siendo el AF quien supervisa y gestiona este proceso. El propósito de esta etapa es lograr las tres primeras fases del modelo SECI; es decir: socializar, externalizar y combinar los puntos de vista de los EPB y PE al respecto de la clase.

En la cuarta etapa se lleva a cabo la tele-inmersión mediante cámaras 360° (concretamente, usando la Insta360 ONE) vinculadas a una cuenta y enlace de ZOOM. Un asistente de investigación opera la cámara en el aula, mientras que la profesora en ejercicio utiliza

unos auriculares conectados a un móvil sincronizado con la cuenta de ZOOM. Esto le permite recibir orientaciones que los EPB y el AF decidan en conjunto considerando lo que han percibido los EPB con mayor frecuencia en la ejecución de la clase y que interpretan como relevante de observar en la resolución de la situación planteada a los estudiantes. Los EPB se ubican en un laboratorio equipado con un ordenador por estudiante, todos con acceso a ZOOM. Durante esta fase, cada 5 minutos, los EPB documentan sus observaciones, detallando su foco de atención. Se les brinda la oportunidad de intervenir en la clase en dos ocasiones: durante el monitoreo de la profesora y en la sesión plenaria. Dichas intervenciones se coordinan entre los EPB y el AF, con la mediación de la profesora. La finalidad es que los EPB tomen decisiones didácticas basadas en sus observaciones y en lo aprendido en las etapas 2 y 3, concretando la fase de internalización del modelo SECI de gestión del conocimiento.

Finalmente, en la quinta etapa, los estudiantes junto con la profesora reflexionan y contrastan lo planificado con lo realizado, dando evidencia del conocimiento y habilidades adquiridas.

### **Análisis**

El análisis se estructuró considerando las fases de modelamiento, planificación, tele-inmersión y reflexión. En la etapa inicial, se codificaron las soluciones propuestas por los EPB utilizando un análisis del contenido cuasi estadístico (Verd & Lozares, 2016) —basándose en una matriz predefinida y vinculada al saber estadístico requerido para abordar la actividad colaborativamente— alineado con las fases del modelo SECI de gestión del conocimiento.

Los indicadores de la matriz se relacionaban con la lectura e interpretación de gráficos de forma marginal, como la identificación de frecuencias por categoría, de variables o los ejes. De manera más holística, estos también abarcaban la relación entre variables, condi-

cionada por la descripción de las categorías. Además, incluían el proceso de transnumeración; es decir, el traslado de información desde el gráfico hacia una tabla de doble entrada y viceversa. Por último, también se incluyeron indicadores de integración de información de los enunciados con la información de la lectura e interpretación y transnumeración del gráfico y las tablas.

En la etapa de planificación, se empleó el mismo método analítico, pero enfocado en los desafíos identificados por los estudiantes en la fase anterior, así como en las habilidades y conocimientos estadísticos esenciales para que estudiantes de cuarto básico resuelvan la actividad, según lo acordado entre la profesora y el AF. Durante la tele-inmersión, el análisis se centró en los focos de atención y decisiones didácticas de los EPB, utilizando el modelo SECI y la rúbrica de la capacidad de notar propuesta por Santagata et al. (2014). Finalmente, en la reflexión, se categorizaron las respuestas de los estudiantes y de la profesora, basándose en los criterios establecidos en las fases de tele-inmersión y planificación. La codificación fue llevada a cabo por dos analistas que revisaron el 100% del contenido. En casos de desacuerdo, el autor principal intervino como árbitro y experto, para facilitar un consenso. Se empleó el índice de Kappa de Cohen para medir la concordancia, alcanzando un nivel de acuerdo del 87% entre los analistas.

## RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados del proceso (en coherencia y orden) de las etapas 2, 3 y 4 descritas sobre el trabajo colaborativo para la tele-inmersión e identificación de la capacidad de notar:

- Modelamiento: centrado en los roles de estudiante y docente adaptados por el EPB.
- Planificación: confrontando las proyecciones de los estudiantes con las de la profesora ejecutante y verificando el efecto de este encuentro con un segundo ciclo de proyección solicitado a los EPB.
- Tele-inmersión: identificando en qué ponen atención y qué deciden con esta información.

### **Etapla 2. Modelamiento del problema**

Los EPB abordan el problema a través de dos etapas consecutivas dirigidas por el académico encargado de la formación. La intención es que estos experimenten de primera mano el desafío que surgirá durante la tele-inmersión. Inicialmente, asumen el papel de estudiantes del nivel educativo en cuestión; y, posteriormente, adoptan un rol docente para anticipar potenciales dificultades y diseñar estrategias pedagógicas para resolverlas.

#### **En un rol de estudiantes**

Al vivenciar el problema estadístico con el modelo de gestión de trabajo colaborativo que se desarrolla en el momento de tele-inmersión, los EPB socializan y externalizan conocimientos y razonamientos matemático-estadísticos necesarios para establecer una estrategia y dar con la solución al problema; además, perciben

cómo los estudiantes en el aula escolar enfrentarán el problema, tal como se observa en el siguiente diálogo entre el profesor formador y un grupo de EPB:

P: ¿Cuál es la solución?

EPB1: Tenemos que establecer un rango para hombres sin lente y mujeres con lentes. Si no está dentro de estos rangos, la condición no se va a cumplir.

P: ¿Cuáles son las condiciones que no se van a cumplir?

EPB2: Deben ser 40 estudiantes y deben ser más mujeres que hombres.

P: ¿En qué afecta esta condición al rango de mujeres sin lentes?

EPB2: No, eso está acá (apunta la información del gráfico), afecta a las mujeres con lentes.

P: Perfecto, ¿en qué afecta?

EPB3: Que si no cumple el rango entre 12 y 22 no se cumpliría la razón de que las mujeres son más que los hombres.

P: ¿Usted quería complementar algo?

EPB4: Sí, que deben ser más estudiantes con lentes que más estudiantes hombres.

P: ¿Afecta a los rangos de dos condiciones?

EPB4: Sí; por ejemplo, por eso puede llegar solo a 22, porque si se pasa de 22 serían más de 40 estudiantes.

Los EPB muestran saber leer el gráfico y la tabla de doble entrada que se muestra en el problema, integrando la información del enunciado con la que interpretan en las dos formas de organización para establecer una estrategia que considera condiciones para dar con la solución al problema. Aún más, los EPB son capaces de determinar todas las soluciones de los valores que pueden completar las celdas de la tabla de doble entrada. Además, en el diálogo se observa que los EPB son capaces de argumentar, tomando como garantía la información que extraen de los gráficos y del enunciado para validar su estrategia.

#### **En un rol de docente**

De forma colaborativa, los EPB consensuaron que los retos significativos para los niños de cuarto básico al enfrentar el problema radican principalmente en la pronta rememoración de las condiciones del problema y en la verificación de la existencia de múltiples soluciones. Estos desafíos, para los EPM, superan las dificultades en la lectura e interpretación de las diferentes estructuras de organización de los datos y en la transnumeración entre dichas estructuras, las cuales facilitan y guían la incorporación de la información del enunciado. Este entendimiento se refleja en las observaciones realizadas por los grupos 1 y 2:

Los estudiantes pueden traspasar los datos del gráfico a la tabla, pero luego los estudiantes se pueden olvidar de que el total de estudiantes es de 40, y complicar con las otras condiciones olvidando el total; pueden poner números al azar que cumplen las otras condiciones, pero no la condición del total (grupo 1).

Llegamos a la conclusión de que la dificultad más recurrente es que no se den cuenta de que hay más de una respuesta correcta, no identificar el rango correcto o que hay más de un valor posible (grupo 2).

Además, los EPB identifican que las dificultades se manifiestan sobre todo en el contexto de trabajo en pequeños grupos, más que en sesiones plenarias. En términos de estrategias pedagógicas, los EPB transitan de la aplicación de instrucción directa con retroalimentación correctiva hacia un enfoque de retroalimentación proactiva. Este último implica el uso de preguntas dirigidas que refuerzan aspectos clave del razonamiento matemático; lo que fomenta un aprendizaje más profundo y reflexivo, como se evidencia en las siguientes citas:

Nosotros llegamos al acuerdo de que esto ocurriría en el grupo mientras esté haciendo el trabajo, y lo gestionaríamos dando una instrucción de estructura de desarrollo de resolución de problemas, recordándoles que hay que observar todos los datos, anotándolos, hacer una lista, ir paso por paso, para hacer este desarrollo; y después análisis y resolución de por qué tenemos esos datos (EPB 3).

Principalmente teniendo en cuenta los rangos, ¿si probamos con otro valor?, ¿qué pasa si probamos con un número mayor? ¿o menor?, y ahí vamos viendo si se cumplen las condiciones de los requisitos (EPB 4).

Un resultado adicional obtenido es que, tras identificar las dificultades que los EPB experimentaron al tratar de resolver el problema, el AF en colaboración con la profesora en ejercicio procedían a analizar dichas complicaciones. De ser necesario, también realizaban ajustes al problema antes de abordarlo en la sesión de planificación con los EPB.

### Etapa 3. Planificación con profesora ejecutante

En las sesiones de planificación donde participaban los EPB, el formador y el PE se discutieron y proyectaron posibles dificultades de los niños y niñas al tratar de resolver el problema. Los EPB iniciaron compartiendo sus proyecciones de dificultades de los estudiantes, las cuales giraban principalmente en torno a la comprensión del enunciado y a la utilización adecuada de la información y condiciones para elaborar un plan de resolución del problema. Así, se desligaban de la lectura e interpretación del gráfico y tabla, y de su necesaria relación para establecer una primera estrategia de solución:

Yo creo que una de las dificultades a la base de lo que nos cuenta la profesora es que no sepan interpretar el enunciado que se les da. A pesar de que ahora igual está más entendible, según yo, que el anterior, igual podrían presentar dificultades, porque podrían empezar a usar los datos de cualquier forma, como nos decía la profesora (EPB 7).

Que identifiquen que hay más de una solución... también que olviden las condiciones de que son más mujeres que hombres (EPB 3).

Yo creo que los niños olvidarán el 40 del total (EPB 8).

La profesora ejecutante comprende estas preocupaciones y aporta consideraciones adicionales, que los EPB no señalaron, relacionadas con las trayectorias del pensamiento matemático-estadístico, al contrastar la información del enunciado y la dispuesta en el gráfico y en la tabla. Luego, focaliza la atención en la transición de datos del gráfico a la tabla y su posterior completado, mostrando la habilidad de transnumerar, como se refleja en la siguiente cita:

Sí, yo creo que del enunciado lo que les puede hacer alguna dificultad es que lo que está en el gráfico, por ejemplo, “hombres con lentes” en la parte de arriba se enuncia como los “hombres que sí” (usan lentes); y, por ejemplo, las mujeres dicen “mujeres sin lentes” y arriba dice “mujeres que no usan lentes”. No están expresados de la misma forma, entonces ahí quizás pueda haber una dificultad en relacionar el texto de arriba con el gráfico mismo, la interpretación del gráfico... yo creo que no va a ver una sustracción al comienzo, va a ver un tanteo de que haya más mujeres que hombres, como que el 40 va a ser la segunda condición que van a encontrar. Yo siento que ellos van a primero completar la tabla poniendo estos dos números que ya están en el gráfico y después van a tantear con números para cumplir con la condición de que hay más mujeres que hombres; y, después, lo más probable es que tengamos que guiarnos, o cuando haya una comprobación de su estrategia para ver si hay 40 estudiantes, yo creo que eso va a pasar en la mayoría (PE).

Otros elementos clave en la fase de planificación son la socialización y la explicitación de las estrategias instruccionales que la profesora tiene previsto emplear durante la clase de tele-inmersión. Estas estrategias están diseñadas para facilitar la lectura y la interpretación de la tabla de doble entrada. A continuación, la descripción detallada de estas técnicas se ejemplifica en el relato proporcionado por la profesora:

Yo tengo preguntas planificadas para la comprensión de la tabla, apartes del gráfico, pero de comprensión de la tabla; es como de preguntar por casilla, como apuntar la primera casilla y preguntar: ¿qué significa ese número que va allí? Entonces allí obviamente espero que me respondan que hay un género y una condición. Y luego hacer preguntas por las filas, ¿qué significan estos dos números en la fila?, o la columna, pero por la totalidad... En el gráfico haría preguntas contrarias a las categorías expresadas, por ejemplo, ¿cuántas mujeres usan lentes? (PE)

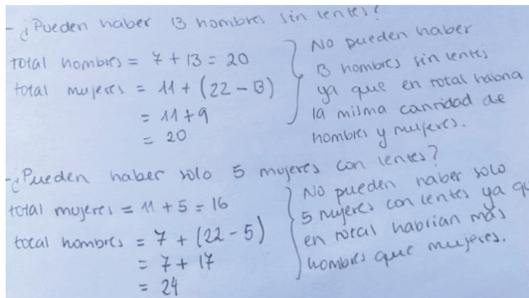
Después de la sesión, se solicita a los EPB que elaboren instrucciones, con el fin de abordar las dificultades identificadas. Deben formular preguntas dirigidas a los estudiantes que encuentran obstáculos al interpretar no solo la tabla de doble entrada, sino también el enunciado y el gráfico. Como resultado —tal como se observa en la figura 3, que contiene las orientaciones del EPB 5—, los EPB formulan preguntas orientadas a leer e interpretar las dos formas de organización, llevando la atención de los estudiantes a los datos disponibles en cada categoría de las variables representadas y a

aquellos que no están disponibles, pero que se pueden establecer integrando la información del enunciado. Además, plantean preguntas para que los estudiantes visualicen la variabilidad de respuestas posibles para

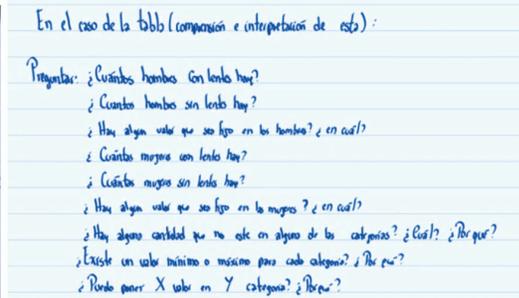
ambas variables, estableciendo un rango de estos valores al preguntar por valores máximos o mínimos. Por último, presentan una pregunta plantilla, que puede ser independiente de la variable.

**Figura 3**

Respuesta de EPB en el momento de planificación



EPB 16



EPB 5

Aún más, los EPB muestran su habilidad para anticipar los razonamientos de los estudiantes a través de la creación de estrategias que facilitan la interpretación de las respuestas de los alumnos ante problemas estadísticos, tal y como lo ilustra el EPB 16 en la figura 3. La estrategia del EPB 16 da cuenta del uso de casos particulares para establecer las condiciones límite de los intervalos de solución para el número total de hombres y mujeres bajo las condiciones con o sin lentes.

**Etapa 4. Tele-inmersión, ejecución de la clase**

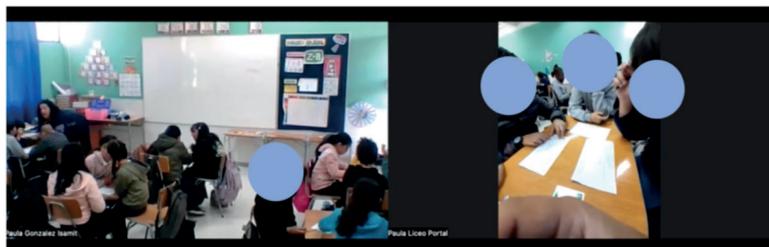
Los EPB observan la clase mediante dos cámaras: una que está orientada hacia el curso completo y otra que captura en video 360°, y que dirige la profesora ejecutante colaboradora del proyecto, tal como se observa en la figura 4.

**Figura 4**

Momento de tele-inmersión de clase real



EPB observando clase



Acceso a la clase mediante dos cámaras, una con video 360

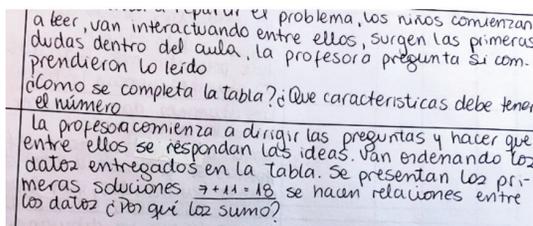
**¿En qué ponen la atención los EPB?**

La mayor frecuencia de aspectos registrados por los EPB se refiere a la gestión de la profesora cuando plantea preguntas e instrucciones para guiar los

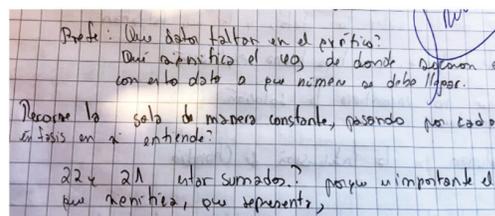
razonamientos de los estudiantes, principalmente orientados a interpretar el gráfico y completar la tabla, integrando la información del enunciado (como es el dato de 40 estudiantes), tal como se observa en los registros de los EPB19 y EPB 23 a continuación.

**Figura 5**

Percepción e interpretación de los EPB



EPB 23



EPB 19

La segunda categoría de observación e interpretación de los EPB se refiere a la gestión pedagógica de la profesora, identificando las instancias de monitoreo y el propósito de esta estrategia como medio de verificación de la comprensión y retroalimentación del avance de los estudiantes en el problema planteado. Esta conducta es observada por los EPB, quienes registran (a la vez) las preguntas que la profesora plantea, para comparar los razonamientos de los estudiantes, tal como se observa en el registro del EPB23.

En una tercera categoría, los EPB perciben e interpretan los razonamientos matemático-estadísticos de los estudiantes al resolver el problema. Pasan de describirlos a interpretarlos de forma justificada, inclusive identificando los indicios de las heurísticas que lograrán establecer una respuesta correcta al problema; tal como se observa en el registro del EPB 23, quien describe que los estudiantes van ordenando los datos de tal forma que pueden relacionarlos para entregar una solución.

### Intervención consensuada

Cuando el AF insta a los Equipos Pedagógicos Básicos (EPB) a tomar una decisión didáctica y pedagógica basada en sus percepciones e interpretaciones, los EPB se enfocan y determinan colaborativamente cómo abordar los problemas relacionados con el análisis de condiciones y la extrapolación de datos a partir del enunciado, tal como se ilustra en la figura 6. Allí se observa que el EPB identifica la principal dificultad en correlacionar la información de la cantidad de mujeres y hombres con el hecho de que hay 40 alumnos en total y que las mujeres son mayoría. Con base en esta interpretación, el EPB sugiere instrucciones como: "Si hay 40 estudiantes y 7 son hombres con lentes, ¿cómo podemos determinar cuántos hombres no llevan lentes?... Si sabemos que hay más mujeres que hombres

en la clase, ¿podemos concluir que hay 5 hombres sin lentes?". Estas preguntas se plantean a los EPB y, tras una rápida discusión, se le pide a la profesora en ejercicio abordar estas cuestiones en clase, como se refleja en el siguiente diálogo:

Minuto 29 [solicitud a la PE]

AF: Paula, los EPB preguntan si puedes preguntar a los estudiantes si son suficientes los datos o preguntas específicas sobre si hay 40 datos en el enunciado, para poder orientar la identificación de los datos necesarios y suficientes.

AF: Lo otro es darle la chance de decir cuáles han sido sus dificultades a los niños.

Minuto 30 [lo que la profesora hace con la solicitud]

PE: ¿Qué datos encontraron? Ese gráfico: ¿me sirve para encontrar todos los datos?, todos los datos de la tabla, ¿o faltan datos?

Estudiantes: Faltan (el grupo responde).

PE: ¿Qué datos faltan?

Estudiantes: Faltan los hombres y mujeres todos.

PE: O sea, ¿a ustedes les faltaría que en el gráfico estuviera presente cuántos hombres y mujeres hay en total?

Estudiantes: Sí.

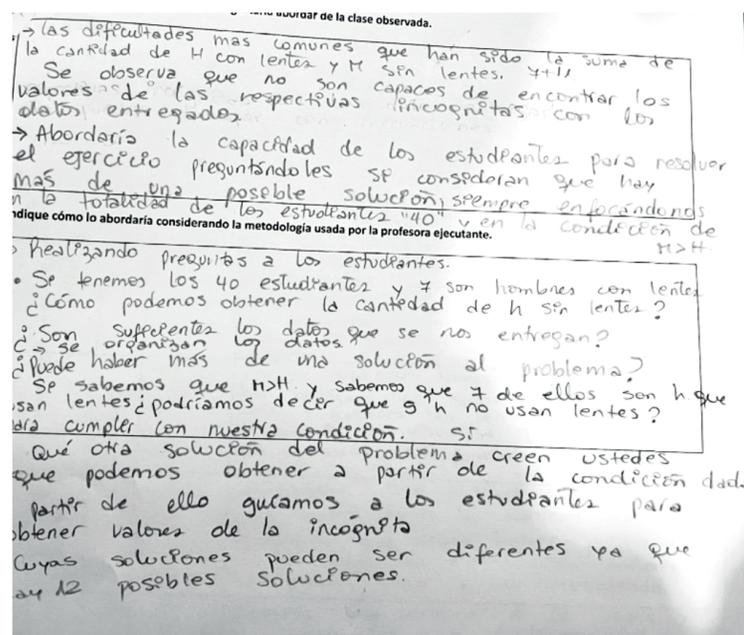
PE: ¿Qué otro dato les faltaría en el gráfico?, ¿cuál podría ser?, ¿cuántos datos aparecen en la tabla?

Estudiantes: 40, 11 y 7 (una estudiante los apunta con su dedo sobre la hoja del problema).

PE: ¿Cuántos datos faltan?, ¿cuáles son?

Figura 6

Decisión sobre en qué aspectos de la clase quieren intervenir y descripción de cómo lo harían



Por último, los EPB solicitan seleccionar a los grupos que presentaron dificultades para encontrar la solución al problema y a quiénes presentaron más de una solución, con el propósito de relacionar las formas de razonamiento.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados revelan que los estudiantes de pedagogía que participaron en el proceso de tele-inmersión en clases a través de cámaras 360° lograron sumergirse de manera tan profunda que pudieron identificar detalles destacados por profesores expertos con una alta competencia profesional docente. Estos detalles incluyen la detección de indicios clave para establecer estrategias de resolución y la identificación de aspectos relevantes de los razonamientos matemáticos de los estudiantes. Además, los interpretaron en relación con el problema y su desarrollo, para luego tomar decisiones pertinentes con el cumplimiento del propósito de la clase (Cai et al., 2022; König et al., 2022; Kosko et al., 2020).

Estudios previos, como el de Weston y Amador (2021), ya habían comprobado que el acceso que entregan los videos 360° a la información generada en el aula se relaciona con la cantidad de elementos que pueden atender los EPB. Estos aspectos son interpretados e integrados en la selección de acciones que resultarán en decisiones y conductas de enseñanza por parte de los EPB. Esta cuestión es notable, pues demuestra la efectividad del proceso propuesto en esta investigación para producir instancias de inmersión práctica en la formación inicial docente. Además, para estimular la capacidad de noticing de los EPB frente a una clase que se lleva a cabo a 463 kilómetros de distancia en asignaturas no necesariamente prácticas o que consideran instancias de inserción en el aula escolar.

Si bien la interrelación entre las fases de modelamiento, planificación y ejecución ya ha sido abordada en la formación docente (Kosko et al., 2020; Kosko et al., 2022), la tele-inmersión en tiempo real combinada con la planificación colaborativa en una tríada compuesta por PE, AF y EPB es un enfoque totalmente innovador (Evens et al., 2023). Esta metodología ofrece a los EPB la capacidad de explorar las cuatro dimensiones de aproximación al aula escolar de matemática propuestas por Chandía et al. (2022). Asimismo, permite a los EPB evolucionar desde un rol de estudiantes —al experimentar el problema y el modelo de gestión de la actividad en el aula— hasta el rol de docentes —pues planifican y anticipan desafíos y estrategias pedagógicas, colaborando con la PE y el AF— (Delbart et al., 2023). Además, transitan del entorno de un aula universitaria a un aula escolar mediante la tele-inmersión con videos 360° en tiempo real. Esta transición implica pasar de la simple resolución de una actividad a su adaptación y planificación, para luego intervenir de forma indirecta en las decisiones pedagógicas en la misma aula donde se lleva a cabo, en colaboración con la profesora en ejercicio; cuestión que es evidencia de la habilidad de analizar situaciones específicas del aula, tal como lo plantean Cevikbas et al. (2024). Por último, se desplazan desde un conocimiento básico necesario para abordar problemas estadísticos hacia un entendimiento especializado, que justifica el uso de estrategias

pedagógicas orientadas al razonamiento matemático-estadístico.

En cuanto a la percepción de los EPB, el proceso investigado muestra que durante la tele-inmersión las áreas de atención identificadas están estrechamente vinculadas con las dificultades anticipadas en las etapas de modelado y planificación. Estas áreas incluyen las condiciones del problema, la interpretación de gráficos y tablas, el traspaso de datos entre distintos tipos de representación y las preguntas e instrucciones del docente en ejercicio. Estos aspectos son inherentes a los razonamientos matemáticos y estadísticos involucrados en la resolución del problema propuesto, así como a las estrategias pedagógicas empleadas para guiar o retroalimentar dicho razonamiento. Esto es relevante porque la estimulación proyectiva del modelo hacia la resolución del problema en el aula escolar bajo un modelo de gestión colaborativa facilita la focalización de la atención e interpretación de los EPB.

Kaiser et al. (2015) planteaban esta cuestión como la acción proyectiva o anticipada de la capacidad de noticing de los profesores al tomar decisiones instruccionales; pero que, a su vez, también coarta la posibilidad de observar e integrar información que no haya sido estimulada (van Es et al., 2022). Esto vislumbra que el marco de aspectos a atender depende directamente de la experiencia y trayectoria de formación (formal o informal) de los EPB, tal como ya se ha planteado en la literatura (Weyers et al., 2024).

Este hallazgo coincide con otras investigaciones con profesores en formación donde analizan videos de clases o participan en situaciones inmersivas que tienden a enfocarse en el razonamiento matemático de los estudiantes y en cómo guiarlo (Blömeke et al., 2022). Esto es crucial porque evidencia el progreso que los EPB pueden lograr en términos de afinar su percepción e interpretación y de esbozar posibles decisiones didáctico-matemáticas para retroalimentar y orientar el razonamiento necesario en la resolución de problemas matemáticos. Esta evolución es palpable en tres momentos: cuando los EPB, de manera colaborativa, reflexionan sobre las trayectorias de razonamiento de los estudiantes al resolver un problema y experimentar el modelo propuesto, tanto en la fase de modelado como en la etapa de planificación; al discutir con la profesora en ejercicio sobre los desafíos previstos; y, por, último cuando deciden qué y cómo intervenir en la etapa de monitoreo y plenaria de la clase ejecutada y tele-transmitida.

El momento de planificación en tríada marca un hito en la capacidad de notar. La discusión con la profesora ejecutante permite traer al escenario de la clase que está siendo proyectada por los EPB al planificar el problema a los niños y niñas que lo enfrentarán. Esto es crucial, ya que las dificultades conjeturadas por los EPB se ven validadas o ajustadas por la profesora en ejercicio, dada la condición de conocimiento de esta sobre estudiantes del curso donde se ejecutó la clase de tele-inmersión. En este ámbito, se reconoce el efecto que tienen los profesores tutores o guías en las tríadas formativas. Por ejemplo, Bravo-Valdés y Santibañez (2023) resaltan la influencia significativa que los profesores guías tienen en el desarrollo profesional de los

EPB, aunque subrayan que estas interacciones deben ser más estructuradas y orientadas hacia objetivos formativos claros para maximizar su impacto. Por otro lado, König et al. (2022) han demostrado que las interacciones durante la planificación, especialmente aquellas que involucran a profesores ejecutantes, potencian la capacidad de los EPB para anticipar y responder a los problemas reales que enfrentarán en el aula. Esto sugiere que la planificación colaborativa no solo valida las conjeturas de los EPB, sino que también facilita la adaptación de las estrategias pedagógicas a las necesidades específicas de los estudiantes.

Además, estudios como el Pennington et al. (2020) señalan que las triadas pueden proporcionar beneficios significativos en términos de retroalimentación de calidad, apoyo y colaboración; aunque también identifican desafíos como la falta de realismo en la experiencia, cuestión que el modelo de estudio resuelve mediante la tele-inmersión con cámaras 360°. En esta línea, Lloyd et al. (2020) enfatizan cómo el trabajo conjunto en las triadas ofrece oportunidades ricas para el aprendizaje profesional relacionado con la instrucción en matemáticas. Lo anterior se complementa cuando la profesora comparte con los EPB sus proyecciones de dificultad. La profesora deja en evidencia aspectos de los problemas que los EPB no pudieron proyectar por su falta de conocimiento de los niños y niñas, pero también por una aproximación al problema desde una perspectiva adulta lejana al contexto inmediato de los estudiantes de cuarto básico del estudio; aun cuando en la etapa de modelado se les pidió resolver como si fueran estudiantes del nivel escolar esperado.

Al respecto, la literatura reporta que la inmersión requiere de la cognición encarnada (Kosko et al., 2022), lo que establece disposiciones a la perspectiva sensorial para sumergirse en el rol de un niño de 10 años o de PE, condiciones que se relacionan directamente con la experiencia y conocimiento de los sujetos sobre el rol para poder vivenciarlo (Gandolfi et al., 2021). Por ello, el proceso de tele-inmersión establecido en este estudio podría enriquecer los escenarios futuros de inmersión en el rol de profesor por parte de los EPB. Aspecto que se beneficia de las instancias de interacción mediada que experimentaron los EPB en el aula escolar al momento de la tele-inmersión en tiempo real. Estas instancias, en comparación con procesos de inmersión sin interacción, mejoran el desarrollo de la capacidad de notar (Ferdí & Kosko, 2020); experiencias que, por lo general, se dan en escenarios creados por realidad virtual más reales, como las desarrolladas en esta investigación (Evens et al., 2023).

El estudio también evidencia limitaciones tanto en su desarrollo como para la implementación del modelo. La colaboración se desarrolló entre dos instituciones urbanas con buen acceso a internet, por lo que sería necesario probarlo en contextos donde esta condición no esté bien anclada; por ejemplo, en escuelas rurales donde el internet es principalmente con acceso satelital. Por otra parte, se requiere de equipamiento de mediano costo, por lo que sería interesante poder probarlo con instrumentos de acceso universal, como los celulares.

Entre las implicancias que se desprenden de este estudio, se recomienda a los implementadores y diseñadores de programas de formación docente integrar tecnologías inmersivas como los videos 360° en tiempo real, para mejorar la percepción y la toma de decisiones de los futuros docentes, acercándolos a la experiencia de docentes experimentados y trazando una trayectoria

de formación integrada y distribuida de responsabilidad (Ferdig & Kosko, 2020; Kosko et al., 2021).

Para esto es crucial promover la planificación e implementación de clases de forma colaborativa, en triadas que incluyan a estudiantes en formación, profesores en ejercicio y académicos formadores, para validar y ajustar las estrategias pedagógicas a las necesidades específicas de los estudiantes (Bravo-Valdez & Santibañez, 2023; König et al., 2022). Con esto, y tal como muestra este estudio, la capacidad de noticing se fortalece, al adoptar estrategias de retroalimentación proactiva para guiar el razonamiento matemático y pedagógico (Santagata & Yeh, 2014). Asimismo, es vital asegurar que el equipamiento tecnológico sea accesible y evaluar la viabilidad de diferentes tecnologías en diversos contextos, incluidos los rurales, para garantizar una implementación equitativa e inclusiva (Kosko et al., 2022). Finalmente, se recomienda realizar evaluaciones continuas que midan el impacto de estas tecnologías y estrategias en el desarrollo profesional de los futuros docentes (Cevikbas et al., 2024).

En conclusión, las formas de notar de los EPB que participan de un proceso de tele-inmersión real con uso videos 360° se caracterizan por atender aspectos del razonamiento matemático y estadístico de los estudiantes, así como las estrategias pedagógicas para guiarlos. Estas habilidades se moldean con el modelado y la planificación colaborativa experimentados por los EPB en el proceso de tele-inmersión propuesto, donde interactúan con los profesores en ejercicio y académicos formadores. Dichos momentos afectan las proyecciones de planificación de los EPB, desde el espectro de dificultades identificadas hasta las formas instruccionales de abordarlos.

## REFERENCIAS

- Aguirre, J. C. & Jaramillo, L. G. (2015). El papel de la descripción en la investigación cualitativa. *Cinta de Moebius*, 53, 175-189. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-554X2015000200006>
- Almeyda Hidalgo, L. (2016). Arrojadados en la acción: Aprender a enseñar en la experiencia de práctica profesional. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(4), 11-30. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000500002>
- Araiza-Alba, P., Keane, T., Matthews, B., Simpson, K., Strugnell, G., Chen, W. S., & Kaufman, J. (2021). The potential of 360-degree virtual reality videos to teach water-safety skills to children. *Computers & Education*, 163, 104096. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104096>
- Atal, D., Admiraal, W., & Saab, N. (2023). 360° Video in teacher education: A systematic review of why and how it is used in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 135, 104349. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104349>
- Balzaretti, N., Ciani, A., Cutting, C., O'Keeffe, L., & White, B. (2019). Unpacking the potential of 360-degree video to support pre-service teacher development. *Research on Education and Media*, 11(1), 63-69. <https://doi.org/10.2478/rem-2019-0009>
- Barnhart, T. & van Es, E. (2015). Studying teacher noticing: Examining the relationship among pre-service science teachers' ability to attend, analyze and respond to student thinking. *Teaching and Teacher Education*, 45, 83-93. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.09.005>
- Blömeke, S., Gustafsson, J. E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift Fur Psychologie / Journal of Psychology*, 223, 3-13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>

- Blömeke, S., Jentsch, A., Ross, N., Kaiser, G. & König, J. (2022). Opening up the black box: Teacher competence, instructional quality, and students' learning progress. *Learning and Instruction*, 79(1). <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101600>
- Bravo-Valdés, P. & Santibáñez, D. (2023). Conocimiento profesional docente en la triada formativa: un estudio de caso en Chile. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(1), 160401-160417. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2023.v20.i1.1604](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1604)
- Buchbinder, O., Brisard, S., Butler, R., & McCrone, S. (2021). Preservice secondary mathematics teachers' reflective noticing from 360-degree video recordings of their own teaching. *Journal of Technology and Teacher Education*, 29(3), 279-308.
- Cai, J., LaRochelle, R., Hwang, S., & Kaiser, G. (2022). Expert and preservice secondary teachers' competencies for noticing student thinking about modelling. *Educ Stud Math*, 109, 431-453. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10071-y>
- Campbell, T. G. & Yeo, S. (2023). Student noticing of collaborative practices: exploring how college students notice during small group interactions in math. *Educational Studies in Mathematics*, 113(3), 405-423. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10206-3>
- Cevikbas, M., König, J., & Rothland, M. (2024). Empirical research on teacher competence in mathematics lesson planning: *Recent developments*. *ZDM Mathematics Education*, 56, 101-113. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01487-2>
- Chandía, E. (24 de noviembre de 2023). *Toma de decisiones de forma colaborativa en procesos de inmersión real en la formación inicial de profesores de matemática con cámaras 360°*. Reporte de Investigación. Jornadas Regionales de Educación Matemática. Los Angeles. Chile.
- Chandía, E., Cerda, G., Pérez, C. & Huencho, A. (2021). Oportunidades de aproximación al aula escolar de educación matemática como criterio de calidad de los programas de formación de profesores de educación básica. *Formación universitaria*, 14(3), 3-16. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000300003>
- Chandía, E., Huencho, A., Pérez, C., Ortiz, A., & Cerda, G. (2022). Cognitive and social skills in collaborative solution of mathematical problems. *Uniciencia*, 36(1), 781-806. <https://dx.doi.org/10.15359/ru.36-1.50>
- Cheng, E. C. K. (2018). *Successful transposition of lesson study: A knowledge management perspective*. Springer.
- Delbart, L., Baco, C., Bocquillon, M. & Derobertmeasure, A. (2024). Effective Classroom Management Training to Promote Better Education: Changes in Pre-service Teacher Strategies after Triad Debriefing. *Journal of Education and Training Studies*, 12(1), 64-80.
- Depaepe, F., Verschaffel, L. & Star, J. (2020). Expertise in developing students' expertise in mathematics: Bridging teachers' professional knowledge and instructional quality. *ZDM Mathematics Education*, 52, 179-192. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01148-8>
- Espinoza, E. E. (2020). Reflexiones sobre las estrategias de investigación acción participativa. *Revista Conrado*, 16(76), 342-349.
- Evens, M., Empsen, M., & Hustinx, W. (2023). A literature review on 360-degree video as an educational tool: towards design guidelines. *J. Comput. Educ.* 10, 325-375. <https://doi.org/10.1007/s40692-022-00233-z>
- Felmer, P., Perdomo-Díaz, J., & Reyes, C. (2019). The ARPA Experience in Chile: Problem Solving for Teachers' Professional Development. In P. Liljedahl y M. Santos-Trigo (eds.), *Mathematical Problem Solving*. ICME-13 Monographs. Springer, Cham.
- Ferdig, R. E. & Kosko, K. W. (2020). Implementing 360° video to increase immersion, perceptual capacity, and noticing. *TechTrends*, 64, 849-859. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00522-3>
- Gandolfi, E., Ferdig, R. E., & Kratoski, A. (2021). A new educational normal an intersectionality-led exploration of education, learning technologies, and diversity during COVID-19. *Technology in Society*, 66, 101637. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101637>
- Gold, B. & Windscheid, J. (2020). Observing 360-degree classroom videos – Effects of video type on presence, emotions, workload, classroom observations, and ratings of teaching quality. *Computers & Education*, 156, Article 103960. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103960>
- Goodwin, C. (2000). Professional vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606-633.
- Jacobs, V.R. & Spangler, D.A. (2017). Research on core practices in K-12 mathematics teaching. In J. Cai (Ed.). *Compendium for research in mathematics education* (pp. 766-792). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Jensen, L. & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515-1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Kaiser, G., Busse, A., Hoth, J., König, J., & Blömeke, S. (2015). About the complexities of video-based assessments: Theoretical and methodological approaches to overcoming shortcomings of research on teachers' competence. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 369-387.
- Kang, S., Shokeen, E., Byrne, V. L., Norooz, L., Bonsignore, E., & Williams-Pierce, C. (2020). ARMath: augmenting everyday life with math learning. In R. Bernhaupt y F. Mueller (Eds.) *CHI '20: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-15). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376252>
- König, J., Blömeke, S., & Jentsch, A. (2021). The links between pedagogical competence, instructional quality, and mathematics achievement in the lower secondary classroom. *Educ Stud Math*, 107, 189-212. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10021-0>
- König, J., Hanke, P., Glutsch, N., Jäger-Biela, D., Pohl, T., Becker-Mrotzek, M., Schabmann, A., & Waschewski, T. (2022). Teachers' professional knowledge for teaching early literacy: conceptualization, measurement, and validation. *Educ Asse Eval Acc*, 34, 483-507. <https://doi.org/10.1007/s11092-022-09393-z>
- Kosko, K. W., Ferdig, R. E. & Roche, L. (2021). Conceptualizing a shared definition and future directions for extended reality (XR) in teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 29(3), 257-278. <https://www.learntechlib.org/primary/p/219894/>
- Kosko, K. W., Ferdig, R. E., & Zolfaghari, M. (2021). Preservice teachers' professional noticing when viewing standard and 360° video. *Journal of Teacher Education*, 72(3), 824-841. <https://doi.org/10.1177/0022487120939544>
- Kosko, K. W., Heisler, J., & Gandolfi, E. (2022). Using 360-degree video to explore teachers' professional noticing. *Computers & Education*, 180. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104443>
- Kosko, K. W., Roche, L., Ferdig, R. E., Gandolfi, E., & Kratoski, A. (2020). Integrating 360° media in teaching and teacher education. In R. E. Ferdig & K. E. Pytash (Eds.), *What teacher educators should have learned from 2020*, (pp. 243-254). Association for the Advancement of Computing in Education.

- Krepf, M. & König, J. (2023). Structuring the lesson: an empirical investigation of pre-service teacher decision-making during the planning of a demonstration lesson. *Journal of Education for Teaching*, 49(5), 911-926. <https://doi.org/10.1080/02607476.2022.2151877>
- Lamb, R. & Etopio, E. A. (2020). Virtual reality: A tool for preservice science teachers to put theory into practice. *Journal of Science Education and Technology*, 29(3). <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09837-5>
- Latorres, D., Santibáñez, L. & Vásquez, C. (2022). Técnicas de transnumeración utilizadas por estudiantes de 9-10 años: un estudio de caso. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 110, 61-76.
- Liberatore, M. J. & Wagner, W. P. (2021). Virtual, mixed, and augmented reality: A systematic review for immersive systems research. *Virtual Reality*, 25, 773-799. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00492-0>
- Lloyd, G.M., Rice, C.L. & McCloskey, A.V. (2020) Opportunities for professional learning about mathematics instruction: the role of joint work in student-teaching triads. *J Math Teacher Educ* 23, 499-525. <https://doi.org/10.1007/s10857-019-09439-y>
- Pennington, T. R., Wilkinson, C., Prusak, K., Hanson, A., & Haslem, L. (2020). Exploring the use of triad student teaching placements in physical education. *The Physical Educator*, 77(3), 486-504. <https://doi.org/10.18666/TPE-2020-V77-I3-9564>
- Pellas, N., Mystakidis, S., & Kazanidis, I. (2021). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality*, 25, 835-861. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>
- Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., & Bruni, I. (2022). If and how do 360° videos fit into education settings? Results from a scoping review of empirical research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38, 1199-1219. <https://doi.org/10.1111/jcal.12683>
- Rötkönen, E., Suero Montero, C., Pope, N., & Sutinen, E. (2021, August). Is It Real? – Learners' Perceptions on Tele-Immersive 3D Video Technology and Its Further Use in K-12 Education. In *Open Conference on Computers in Education* (pp. 234-246). Cham: Springer International Publishing.
- Salmi, J. (2020). *COVID's lessons for global higher education. Coping with the present while building a more equitable future*. Lumina Foundation.
- Sansone, N., Cesareni, D., Bortolotti, I., & Buglass, S. (2019). Teaching technology-mediated collaborative learning for trainee teachers. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(3), 381-394. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1623070>
- Santagata, R. & Yeh, C. (2014). Learning to Teach Mathematics and to Analyze Teaching Effectiveness: Evidence from a Video- and Practice-based Approach. *J Math Teacher Educ*, 17, 491-514 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10857-013-9263-2>
- Santagata, R., König, J., Scheiner, T., Nguyen, H., Adleff, A. K., Yang, X., & Kaiser, G. (2021). Mathematics teacher learning to notice: a systematic review of studies of video-based programs. *ZDM - Mathematics Education*, 53,119-134. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01216-z>
- Theelen, H., Van den Beemt, A., & Den Brok, P. (2019). Using 360-degree videos in teacher education to improve preservice teachers' professional interpersonal vision. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(5), 582-594.
- Van Es, E.A., Hand, V., Agarwal, P., & Sandoval, C. (2022). Multidimensional noticing for equity: Theorizing mathematics teachers' systems of noticing to disrupt inequities. *Journal for Research in Mathematics Education*, 53(2), 114-132. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc-2019-0018>
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (2016). *The embodied mind: Cognitive science*. MIT Press.
- Verd, J. & Lozares, C. (2016). *Introducción a la investigación cualitativa*. Editorial Síntesis.
- Weber, K., Neil, C., & Kleinknecht, M. (2023). Effects of different video- or text-based reflection stimuli on pre-service teachers' emotions, immersion, cognitive load and knowledge-based reasoning. *Studies in Educational Evaluation*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2023.101256>
- Weston, T. L., & Amador, J. M. (2021). Investigating student teachers' noticing using 360 video of their own teaching. *Journal of Technology and Teacher Education*, 29(3), 309-338.
- Weyers, J., Kramer, C., Kaspar, K., & König, J. (2024). Measuring pre-service teachers' decision-making in classroom management: A video-based assessment approach. *Teaching and Teacher Education*, 138, 104426. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104426>
- Yang, X. & Kaiser, G. (2022). The impact of mathematics teachers' professional competence on instructional quality and students' mathematics learning outcomes. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 48, 101225. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2022.101225>
- Zambrano, J., Kirschner, F., Sweller, J. & Kirschner, P. A. (2019). Effects of prior knowledge on collaborative and individual learning. *Learning and Instruction*, 63, 101214. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.05.011>

#### Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

#### Declaración de financiamiento

ANID/PIA/Fondos Basales para centros de Excelencia FB0003.

#### Agradecimientos

Se agradece al Liceo Portal de La Cisterna y a la carrera de Pedagogía en Educación Básica de la Universidad de Concepción.

## AUTORES

### Eugenio Chandía

echandia@udec.cl Víctor Lamas 1280, Concepción, Chile  
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2489-1226>

### Paula González

paulagonzalezisamit@gmail.com Esmeralda 6305, La Cisterna, Chile  
ORCID <https://orcid.org/0009-0008-8463-8269>

### Anahí Huencho

ahuencho@uct.cl Manuel Montt 56, Temuco, Chile  
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6114-5332>