

Prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas: un estudio comparativo

Monroy Kuhn, Mónica

2025

<https://hdl.handle.net/20.500.11777/6245>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA PUEBLA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto

Presidencial del 3 de Abril de 1981



PRÁCTICAS DE EVALUACIÓN FORMATIVA INFORMAL DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS: UN ESTUDIO COMPARATIVO

ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO

que para obtener el Grado de

DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL EN EDUCACIÓN

presenta

MÓNICA MONROY KUHN

Director: Dra. Benilde García Cabrero

Co-Director: Dra. María Eugenia de la Chaussée Acuña

Puebla, Pue.

2025

Índice

Índice	2
Resumen	7
Presentación	9
Capítulo I. Introducción a la investigación	11
1.1 Antecedentes de la investigación	12
1.2 Planteamiento del problema	17
1.3 Pregunta general de investigación	23
1.4 Objetivos	23
1.5 Justificación	23
1.6 Supuestos	25
1.7 Contexto	26
Capítulo II. Marco Teórico	31
2.1 La práctica docente del profesor de matemáticas desde una perspectiva socio-constructivista	31
2.2 Análisis de la práctica docente y educativa	36
2.3 La evaluación del aprendizaje desde diferentes enfoques	39
2.4 Evaluación formativa	42
2.4.1 Evolución de la definición.	42
2.4.2 La evaluación formativa como proceso cíclico.	49
2.4.3 Marco para la caracterización de prácticas de evaluación formativa.	51
2.5 Evaluación formativa informal en matemáticas	56
2.5.1 Metas de aprendizaje durante la evaluación formativa informal.	59
2.5.2 El noticing del profesor de matemáticas durante la evaluación formativa informal.	62
2.5.4 Ajustes o regulaciones en la instrucción durante la evaluación formativa informal.	75
2.5.5 Ciclos de evaluación formativa informal en el nivel micro del discurso en el aula.	76
Capítulo III. Marco metodológico	84
4.1 Diseño metodológico	84
4.2 Participantes: selección de los casos	85
4.2.1 El caso de la profesora Paula.	87

4.2.2 El caso del profesor Braulio.	88
4.3 Instrumentación	90
4.3.1 Entrevistas.	90
4.3.2 Observación no participante en aula.	93
4.4 Procedimiento	93
4.5 Análisis de los datos	95
4.6 Reflexividad y consideraciones éticas	99
4.7 Reflexiones sobre la calidad del diseño de investigación	101
Capítulo IV. Análisis de resultados	104
5.1 Caso de la profesora Paula: “Ir por el camino que mis estudiantes digan”	105
5.1.1 Contexto del caso.	105
5.1.2 Análisis de sesiones con presencia de evaluación formativa informal.	107
5.1.3 Síntesis de las prácticas de evaluación formativa informal de la profesora Paula.	147
5.2 Caso del profesor Braulio: “Buscar las estrategias y bajarse al nivel del alumno”	152
5.2.1 Contexto del caso.	152
5.2.2 Análisis de sesiones con presencia de evaluación formativa informal.	153
5.1.3 Síntesis de las prácticas de evaluación formativa informal del profesor Braulio.	170
5.3 Análisis intercaso y discusión de resultados.	178
5.3.1 Las metas de aprendizaje y su comunicación durante la evaluación formativa informal.	178
5.3.2 Atención selectiva y medios para obtener información durante la evaluación formativa informal.	183
5.3.3 Interpretación durante la evaluación formativa informal.	189
5.3.4 Ajustes y acciones durante la evaluación formativa informal.	196
Capítulo V. Conclusiones	203
Referencias	218
Apéndices	237
Apéndice 1. Documentos revisados en bases de datos	237
Apéndice 2. Guion de entrevista de primer contacto	241
Apéndice 3. Guion de entrevista inicial	242
Apéndice 4. Guion de entrevista previa a la sesión de clase	243
Apéndice 5. Guion de entrevista posterior a la sesión de clase	244

Apéndice 6. Ejemplo de transcripción de entrevista posterior a la sesión de clase	245
Apéndice 7. Segunda parte del mapa de la secuencia de actividad conjunta de la profesora Paula	269
Apéndice 8. Patrones de actuaciones dominantes en los SAC de la profesora Paula	270
Apéndice 9. Matrices de síntesis de ciclos de EFI a nivel micro para el caso de la profesora Paula	274
Apéndice 10. Evolución de metas de aprendizaje de la profesora Paula	276
Apéndice 11. Patrones de actuaciones dominantes en los SAC del profesor Braulio	277
Apéndice 12. Matrices de síntesis de ciclos de EFI a nivel micro para el caso del profesor Braulio	280
Apéndice 13. Carta de autorización dirigida a autoridades educativas	281
Apéndice 14. Formato de compromisos éticos	282

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Competencia del profesor modelada como un continuo</i>	34
Figura 2. <i>Modelo cíclico de evaluación formativa</i>	50
Figura 3. <i>Representación gráfica del marco conceptual de evaluación formativa</i>	53
Figura 4. <i>Elementos para la caracterización de prácticas de evaluación formativa informal</i> ...	56
Figura 5. <i>Ciclo de evaluación formativa informal y el noticing</i>	59
Figura 6. <i>Ciclo de evaluación formativa informal completo</i>	64
Figura 7. <i>Movimientos pedagógicos discursivos en el marco TMSSR</i>	81
Figura 8. <i>Primera parte del mapa de secuencia de actividad conjunta de la profesora Paula</i>	109
Figura 9. <i>Mapa de secuencia de actividad conjunta del profesor Braulio</i>	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Evolución de la definición de evaluación formativa</i>	44
Tabla 2.	<i>Marcos interpretativos de profesores de matemáticas</i>	69
Tabla 3.	<i>Estrategias por dimensión para los ciclos ESRU</i>	79
Tabla 4.	<i>Modelo teórico para la caracterización de prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas</i>	83
Tabla 5.	<i>Casos de la investigación y temas de las secuencias didácticas observadas</i>	90
Tabla 6.	<i>Preguntas guía para la codificación de prácticas de evaluación formativa informal.</i>	96
Tabla 7.	<i>Prácticas EFI a nivel macro y meso de la primera sesión de la profesora Paula</i>	112
Tabla 8.	<i>Noticing de la profesora Paula en la primera sesión</i>	119
Tabla 9.	<i>Prácticas EFI a nivel macro y meso de la segunda sesión de la profesora Paula</i>	123
Tabla 10.	<i>Noticing de la profesora Paula en la segunda sesión</i>	130
Tabla 11.	<i>Prácticas EFI a nivel macro y meso de la tercera sesión de la profesora Paula</i>	135
Tabla 12.	<i>Noticing de la profesora Paula en la tercera sesión</i>	137
Tabla 13.	<i>Prácticas EFI a nivel macro y meso de la cuarta sesión de la profesora Paula</i>	143
Tabla 14.	<i>Noticing de la profesora Paula en la cuarta sesión</i>	146
Tabla 15.	<i>Temas y propósitos para la secuencia didáctica del profesor Braulio</i>	154
Tabla 16.	<i>Prácticas EFI a nivel macro y meso de la primera sesión de Braulio</i>	157
Tabla 17.	<i>Noticing del profesor Braulio en la primera sesión</i>	158
Tabla 18.	<i>Prácticas EFI a nivel macro y meso de la segunda sesión de Braulio</i>	160
Tabla 19.	<i>Noticing del profesor Braulio en la segunda sesión</i>	161
Tabla 20.	<i>Prácticas EFI a nivel macro y meso de la tercera sesión del profesor Braulio</i>	163
Tabla 21.	<i>Noticing del profesor Braulio en la tercera sesión</i>	164
Tabla 22.	<i>Prácticas EFI a nivel macro y meso de la cuarta sesión del profesor Braulio</i>	165
Tabla 23.	<i>Noticing del profesor Braulio en la cuarta sesión</i>	168
Tabla 24.	<i>Prácticas EFI a nivel macro y meso de la quinta sesión del profesor Braulio</i>	169
Tabla 25.	<i>Noticing del profesor Braulio en la quinta sesión</i>	170
Tabla 26.	<i>Comparación de acciones para definir, compartir y clarificar metas de aprendizaje</i>	180
Tabla 27.	<i>Comparación de medios para obtener evidencia del aprendizaje en matemáticas de los estudiantes</i>	185
Tabla 28.	<i>Comparación de la atención selectiva en ambos casos</i>	187
Tabla 29.	<i>Comparación de procesos de razonamiento e interpretación en ambos casos</i>	191

Resumen

Esta investigación se enfocó en caracterizar las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas en el aula. Para ello, se desarrolló un modelo teórico-metodológico que articula la evaluación formativa como un proceso cíclico (Ruiz-Primo y Li, 2013), al que se ha denominado *noticing* desde una visión profesional del docente (van Es y Sherin, 2002) y la interactividad en tres niveles de actividad conjunta: macro, meso y micro (Coll et al., 1992; García-Cabrero, 2002). Mediante un estudio comparativo de dos casos, basado en observaciones de aula y entrevistas semiestructuradas a dos profesores de matemáticas, se analizó la complejidad de estas prácticas en su contexto real.

Los hallazgos muestran que la evaluación formativa informal implementada por los docentes en esta investigación tuvo un carácter predominantemente remedial y no prospectivo, como podría haberse esperado, enfocándose en la corrección de errores y la retroalimentación inmediata sobre procedimientos. Además, se identificó que la equidad en la oportunidad de participación estuvo condicionada por las expectativas y emociones del docente, lo que impactó la manera en que los estudiantes recibieron retroalimentación y apoyo diferenciado durante la interacción en el aula. Asimismo, pudo observarse que los ciclos completos de evaluación formativa informal a nivel discursivo fueron más frecuentes en momentos específicos de la interacción en el aula: cuando los profesores sondeaban conocimientos previos, analizaban y modelaban problemas en el pizarrón o guiaban a estudiantes en la resolución de ejercicios en el frente del aula. En contraste, en interacciones espontáneas durante la resolución individual o grupal de problemas, los ciclos tendieron a ser incompletos.

Se identificaron dos características distintivas en las prácticas de evaluación formativa interactiva de los dos profesores de matemáticas que participaron en esta investigación. La primera es la presencia de dinámicas de desigualdad en la retroalimentación y el apoyo docente, favoreciendo a estudiantes con mejor desempeño percibido por ellos, mientras que aquellos con dificultades o situados en un nivel promedio recibieron menos atención o intervenciones menos efectivas, reforzando desigualdades en el aprendizaje. Este hallazgo sugiere que la equidad en la evaluación formativa no solo depende de la calidad de la retroalimentación brindada, sino también de la distribución de oportunidades de participación y del reconocimiento del potencial de todos los estudiantes en el aula. La segunda es el papel central de las emociones del docente en la interpretación de la evidencia de aprendizaje y en la toma de decisiones pedagógicas. Se encontró que las respuestas emocionales de los profesores influyeron en la forma en que perciben el esfuerzo y el desempeño de los estudiantes, lo que a su vez afectó la manera en que ajustaron sus intervenciones en el aula. En este sentido, la presencia emocional del docente no solo reguló el clima afectivo en la clase, sino que también influyó en el acceso equitativo a la participación y la forma en que se otorgaron oportunidades de aprendizaje.

El modelo teórico-metodológico desarrollado en esta investigación constituye un aporte al campo de la evaluación formativa y la educación matemática al proporcionar un marco analítico para examinar la evaluación formativa informal desde una perspectiva situada y secuencial. Este modelo permite analizar la interactividad entre docentes y estudiantes en tiempo real y sistematizar las prácticas evaluativas informales a través de dos dimensiones clave: los cuatro componentes del ciclo de evaluación formativa (metas de aprendizaje, obtención de información, interpretación de información y acciones o ajustes) y los tres niveles de actividad conjunta en el aula (macro, meso y micro). A nivel macro, el modelo facilita el análisis de la estructura de la secuencia didáctica y

la claridad de las metas de aprendizaje; a nivel meso, permite examinar cómo los docentes recopilan y procesan la evidencia del aprendizaje; y a nivel micro, ofrece un marco para entender los ajustes discursivos y pedagógicos durante la interacción con los estudiantes. La aplicabilidad del modelo trasciende el estudio de la evaluación formativa informal, pues también puede utilizarse para investigar otras prácticas docentes, particularmente aquellas que involucran la toma de decisiones pedagógicas en tiempo real y la regulación del discurso en el aula. Además, este modelo permite abordar la evaluación formativa desde una perspectiva más equitativa, integrando el análisis de la asignación de oportunidades de participación y del impacto de la presencia emocional del docente en las interacciones con los estudiantes.

De los resultados de este estudio se derivan recomendaciones para mejorar la práctica docente, particularmente orientadas a reducir las desigualdades en la evaluación formativa y en el reconocimiento del impacto de las emociones del docente en la interpretación de la evidencia de aprendizaje. En este sentido, se recomienda que los docentes implementen estrategias que favorezcan una distribución equitativa de la atención y la retroalimentación, promoviendo intervenciones diferenciadas que atiendan las necesidades de todos los estudiantes y minimicen las brechas en el aprendizaje. Asimismo, se sugiere que los docentes reflexionen sobre la manera en que sus expectativas y emociones pueden influir en la forma en que asignan turnos de participación y brindan retroalimentación diferenciada a sus estudiantes. Finalmente, se sugiere que los docentes reflexionen sobre el papel de sus emociones en la toma de decisiones pedagógicas y sobre cómo estas influyen en sus expectativas y en la manera en que interpretan la evidencia de aprendizaje. La formación docente podría beneficiarse al incluir estrategias para desarrollar la autorregulación emocional y el análisis reflexivo de sus procesos de noticing, permitiendo a los profesores reconocer cómo sus percepciones y creencias afectan la equidad de sus prácticas evaluativas y optimizar sus intervenciones en el aula.

Sería deseable que futuras investigaciones pudieran aplicar este modelo en contextos diversos para explorar la relación entre el conocimiento disciplinar y pedagógico del docente, sus creencias sobre la enseñanza y la efectividad de sus prácticas de evaluación formativa. Además, investigaciones futuras podrían examinar cómo la presencia emocional del docente impacta en la equidad de las oportunidades de aprendizaje en el aula, explorando estrategias para garantizar una distribución más justa de la retroalimentación y la participación de los estudiantes. Asimismo, se requiere profundizar en la exploración del papel de las emociones docentes durante la instrucción, entendidas como un medio para comprender y diagnosticar los procesos de interpretación de la evidencia de aprendizaje. Esto permitirá fortalecer prácticas evaluativas más equitativas, reflexivas y orientadas a favorecer a los estudiantes.

Presentación

La presente tesis doctoral se enmarca en el campo de la educación y se centra en caracterizar las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas, un área de creciente interés debido al impacto de la evaluación formativa en el aprendizaje de los estudiantes. La investigación se enfoca en las prácticas informales, definidas como aquellas realizadas de manera no planeada en el aula durante la interacción docente-estudiante.

Esta tesis aborda la brecha existente en la literatura sobre la evaluación formativa en matemáticas, especialmente en México, donde la mayoría de los estudios se basan en marcos generales de práctica docente. Como aporte principal, propone un modelo analítico para examinar las prácticas de evaluación formativa informal en matemáticas, centrado en el proceso cíclico y en la secuencia de interacciones entre profesores y estudiantes. Este modelo integra la evaluación formativa como un ciclo continuo (Ruiz-Primo y Li, 2013), el *noticing* desde una visión profesional del docente (van Es y Sherin, 2002), y la interactividad en tres niveles de la actividad conjunta en el aula: macro, meso y micro (Coll et al., 1992; García-Cabrero, 2002).

Al vincular la evaluación formativa informal con habilidades situacionales, como la atención selectiva y la interpretación de evidencias en tiempo real, el modelo proporciona una comprensión más detallada y dinámica de las prácticas docentes. Responde, además, a la recomendación de Furtak et al. (2017), quien sugiere utilizar un enfoque analítico que capture la naturaleza secuencial y temporal del diálogo en el aula. De esta manera, el modelo permite identificar cómo y cuándo los profesores aplican los ciclos de evaluación formativa durante la interacción con los estudiantes, ofreciendo un análisis más preciso y profundo de la práctica docente de profesores de matemáticas en el aula.

El objetivo de esta investigación fue caracterizar las prácticas de evaluación formativa informal, con el fin de comprender las causas que facilitan o impiden su adopción. Se llevó a cabo un estudio comparativo de dos casos con enfoque interpretativo, utilizando observaciones en el aula, videograbaciones, entrevistas semiestructuradas y análisis de artefactos. La técnica de análisis intercaso (Yin, 2014) permitió comparar las similitudes y diferencias en la implementación de la evaluación formativa informal por parte de los dos profesores, considerando las interacciones en los tres niveles de actividad conjunta y las características de los ciclos de evaluación formativa.

El análisis reveló que los profesores enfrentaron limitaciones en la definición y comunicación de metas de aprendizaje y criterios de éxito, lo que afectó la efectividad de la retroalimentación, la cual se centró en la corrección de errores procedimentales, limitando el razonamiento matemático profundo. La interpretación de la evidencia se vio influenciada por estereotipos sobre la habilidad y el esfuerzo de los estudiantes, lo que llevó a ayudas diferenciadas y, en algunos casos, a dinámicas de desigualdad en el aula. Los ciclos de evaluación formativa fueron mayormente incompletos,

predominando movimientos de bajo soporte, lo cual restringió el desarrollo conceptual de los estudiantes.

La tesis se estructura en cinco capítulos: introducción a la investigación, marco teórico, marco metodológico, resultados y discusión, y conclusiones. A lo largo de este trabajo, se analizó la evaluación formativa informal en matemáticas desde una perspectiva situada, destacando la interacción entre docentes y estudiantes en el aula. Uno de los principales aportes es el desarrollo de un modelo teórico-metodológico que permite examinar la evaluación formativa como un proceso dinámico, identificando cómo los docentes establecen metas de aprendizaje, obtienen información, interpretan la evidencia y ajustan su enseñanza en distintos niveles de la actividad conjunta. Este modelo contribuye a la comprensión de cómo los docentes toman decisiones en tiempo real y qué factores influyen en la equidad de su práctica evaluativa. Los hallazgos destacan la necesidad de fortalecer el conocimiento pedagógico del contenido de los docentes, particularmente en la formulación de metas más claras y criterios de éxito específicos que permitan evaluar el aprendizaje de manera más precisa y formativa. Finalmente, esta tesis ofrece implicaciones para el diseño de materiales didácticos y futuras investigaciones, recomendando explorar la relación entre el conocimiento pedagógico y las decisiones docentes, así como el papel de las emociones en la evaluación formativa, para una enseñanza más inclusiva y orientada al desarrollo conceptual.

Además, esta investigación subraya la importancia de desarrollar estrategias que promuevan una evaluación formativa más equitativa. Los resultados evidencian que los docentes suelen centrar su atención y retroalimentación en ciertos estudiantes, lo que genera diferencias en las oportunidades de aprendizaje. Asimismo, esta tesis resalta el papel central de las emociones en la evaluación formativa, señalando que los docentes no solo reaccionan ante lo que ocurre en el aula, sino que pueden proyectar intencionalmente un clima emocional que motive la participación y el aprendizaje de todos los estudiantes. Finalmente, se proponen futuras líneas de investigación que profundicen en la relación entre el conocimiento pedagógico del contenido y las decisiones docentes, así como en el impacto de la regulación emocional en la enseñanza, con el fin de desarrollar prácticas de evaluación más inclusivas.

Capítulo I. Introducción a la investigación

Las prácticas de evaluación formativa que los profesores llevan a cabo en las aulas se consideran como prácticas de excelencia y se identifican como una buena enseñanza (Burkhardt y Schoenfeld, 2019). En el campo de la educación de las matemáticas y las ciencias, los investigadores han conceptualizado a la enseñanza ambiciosa (*ambitious teaching*) como una serie de prácticas de alto nivel (*high-leverage practices*) o prácticas de excelencia, que son fundamentales para ayudar a todos los estudiantes a aprender contenidos importantes (Ball y Forzani, 2009).

Se ha documentado que la implementación de la evaluación formativa en el aula tiene el potencial de mejorar el aprendizaje de los estudiantes (Bell y Cowie, 2001; Black y Wiliam, 1998a; Kingston y Nash, 2011; Lee et al., 2020; Ruiz-Primo y Furtak, 2006, 2007). Específicamente, en la base de datos más grande que existe sobre investigación educativa elaborada por John Hattie, la cual incluye mil doscientos meta-análisis, más de setenta mil estudios y trescientos millones de estudiantes, la evaluación formativa es la quinta influencia que mayor efecto tiene en el aprendizaje de los estudiantes (Hattie et al., 2017).

Schoenfeld (2013) identifica a la evaluación formativa como una de las cinco dimensiones de una enseñanza que ayuda a que los estudiantes desarrollen un entendimiento robusto en la asignatura de matemáticas. Para ello, la evaluación requiere constituirse en una parte intrínseca del proceso de enseñanza y aprendizaje, donde en el desarrollo de las actividades en el aula se revela el estado actual del pensamiento matemático de los estudiantes y todas las interacciones subsecuentes responden a sus ideas, bien sea considerando aquellos indicios que son potencialmente valiosos o al utilizarlas para abordar las incomprendiones de los estudiantes (Schoenfeld y The Teaching for Robust Understanding Project, 2016).

La evaluación formativa en el aula puede adoptar dos modalidades: la formal y la informal. La evaluación formativa formal es planificada y preestablecida, llevándose a cabo mediante el uso de instrumentos específicos (Bell y Cowie, 2001; Ruiz-Primo y Brookhart, 2018). Por otro lado, la evaluación formativa informal, se desarrolla de manera espontánea durante las interacciones en el aula, permitiendo respuestas inmediatas y personalizadas específicos (Bell y Cowie, 2001; Ruiz-Primo y Brookhart, 2018). Esta distinción es clave, ya que la evaluación informal captura la naturaleza dinámica de las interacciones entre docentes y estudiantes, facilitando decisiones en tiempo real para apoyar el aprendizaje.

En esta investigación, conceptualizo a las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas, como todas aquellas acciones intencionales, conscientes y observables que realizan los profesores de forma cíclica en la interactividad docente-estudiantes. Estas acciones tienen la finalidad de obtener evidencia sobre el estado actual del aprendizaje de los estudiantes, la

cual es interpretada por ellos para después realizar acciones o ajustes en su práctica, que ayuden a satisfacer las necesidades de aprendizaje de sus estudiantes y que sean mejores o que estén mejor fundamentadas, que aquellas decisiones o ajustes que hubieran realizado en ausencia de dicha evidencia. La evaluación formativa, por lo tanto, proporciona la estructura mediante la cual los docentes basan sus decisiones en evidencia que recolectaron e interpretaron previamente (McMillan, 2007).

1.1 Antecedentes de la investigación

Para la elaboración del estado del conocimiento, realicé una búsqueda de información en bases de datos sobre la evaluación formativa llevada a cabo por profesores de matemáticas en el aula y consideré artículos publicados en revistas arbitradas en un periodo de quince años –entre 2009 y 2024–, los cuales se pueden consultar en el Apéndice 1. En total identifiqué cuarenta y tres investigaciones educativas y una revisión sistemática de literatura (Schildkamp et al., 2020), misma que, aunque no es específica para matemáticas, reporta hallazgos importantes sobre los prerrequisitos críticos para la práctica docente de evaluación formativa en el aula. Los resultados de las investigaciones los clasifiqué en cuatro grandes líneas: (a) estudios sobre prácticas de evaluación formativa de profesores de matemáticas desde una perspectiva más comprehensiva y general; (b) estudios sobre prácticas de evaluación formativa de profesores de matemáticas desde estrategias específicas; (c) estudios sobre prácticas de evaluación formativa de profesores de matemáticas que utilizan tecnologías de la información; y (d) estudios sobre prácticas de evaluación formativa informal en el contexto de la enseñanza de las matemáticas.

Con respecto a la primera línea, encontré veintiún estudios que exploraron, describieron o analizaron prácticas de evaluación formativa de profesores de matemáticas desde una perspectiva general. Nueve de ellos (Andersson y Palm, 2017, 2018; Boström y Palm, 2023; Frohbieter et al., 2011; Kim, 2019; Lee et al., 2011; Pinger et al., 2017; van den Berg et al., 2018; Zhao et al., 2016) analizaron prácticas docentes en contextos de programas o materiales curriculares diseñados por compañías educativas o por grupos de investigadores para promover la evaluación formativa en el aula de matemáticas. Tres estudios (Loureiro, 2009; Picaroni, 2009; Ravela et al., 2009) analizaron las prácticas de evaluación de docentes de primaria en ocho países de América Latina. Cuatro investigaciones analizaron prácticas de evaluación de maestros de primaria en México (Chávez y Martínez, 2018; García et al., 2011; Loera et al., 2013; Mercado y Martínez, 2014). Una investigación caracterizó las prácticas de evaluación formativa de maestros de secundaria en México (Carmona et al., 2011) y otra investigación caracterizó las prácticas didáctico-matemáticas sobre evaluación del aprendizaje aplicadas por profesores de bachillerato en México al enseñar el tema de ecuación lineal (Ramírez et al., 2020). Por último, en Canadá se llevó a cabo un proyecto de investigación a gran escala, a partir del cual se reportó la manera en que docentes de secundaria

incorporaron nuevas ideas de evaluación a su práctica (Suurtamm et al., 2010) y los dilemas que enfrentaron durante este proceso (Suurtamm y Koch, 2014). Finalmente, Besser et al. (2024) realizaron un estudio exploratorio que analiza el valor añadido de tomar en cuenta los efectos tanto de la calidad de la enseñanza general como de la específica en matemáticas sobre el aprendizaje de los estudiantes durante la implementación de la evaluación formativa.

La segunda línea de investigación abarca estudios sobre prácticas de evaluación formativa de profesores de matemáticas desde estrategias específicas. Estas tienen que ver con una conceptualización de la evaluación formativa que contempla cinco estrategias clave (William, 2011; William y Leahy, 2007), que han sido ampliamente difundidas y utilizadas en el ámbito educativo: (a) clarificar y compartir intenciones de aprendizaje y criterios de éxito; (b) dirigir discusiones efectivas en el aula, actividades, y tareas que obtengan evidencia de aprendizaje; (c) proporcionar retroalimentación que promueva el avance en el aprendizaje; (d) activar a los estudiantes como recursos recíprocos de enseñanza; y (e) activar a los estudiantes como los poseedores de su propio aprendizaje.

Para identificar las investigaciones de la segunda línea, realicé búsquedas en bases de datos con palabras clave relacionadas con cualquiera de estas cinco estrategias en la asignatura de matemáticas. Así, identifiqué once investigaciones: dos investigaciones que analizaron la implementación de las cinco estrategias en su conjunto durante la práctica de docentes de matemáticas (Wafubwa y Csíkos, 2022; Wylie y Lyon, 2015); otra que abordó el compartir metas de aprendizaje como estrategia para fomentar la evaluación formativa en un programa de maestría para la formación de profesores de matemáticas en Colombia (Romero et al., 2018); dos investigaciones (Akkoç, 2015; Weiland et al., 2014) que tienen que ver con el uso de preguntas con propósitos formativos por parte de profesores de matemáticas y que se considera parte de la estrategia para promover discusiones efectivas en el aula; dos que analizaron prácticas de retroalimentación de docentes de matemáticas (Havnes et al., 2012; Muñoz, 2020) y un estudio del INEE en México en el nivel medio superior que incluye las prácticas de retroalimentación durante la evaluación reportadas por estudiantes y por profesores (INEE, 2019); una que estudió prácticas docentes que promueven la autoevaluación de los estudiantes en clases de matemáticas (Dias y Santos, 2016); una investigación que vinculó la comunicación de criterios de evaluación y la autorregulación (Santos y Pinto, 2014); y, por último, un estudio que investigó los efectos de la evaluación entre pares y la autoevaluación en el desempeño matemático de los estudiantes (Zulliger et al., 2022).

En relación con estas estrategias, Schildkamp et al. (2020) destacan que el conocimiento pedagógico del contenido (*Pedagogical Content Knowledge, PCK*) es fundamental para que los docentes puedan implementar efectivamente la evaluación formativa. Este conocimiento les permite contextualizar los datos dentro del dominio del contenido disciplinar y sus etapas de

aprendizaje, facilitando la toma de decisiones sobre los próximos pasos en la enseñanza. En cuanto al establecimiento de metas de aprendizaje, los autores señalan que formular objetivos claros y medibles tanto para los docentes como para los estudiantes permite un mejor uso de la evaluación formativa, ya que proporciona una dirección concreta y facilita la retroalimentación. La retroalimentación es considerada en la revisión sistemática de literatura de Schildkamp et al. (2020) como un aspecto clave, con énfasis en el momento y el tipo de retroalimentación que se brinda, ya que debe ser honesta, concisa y suficientemente detallada para apoyar el avance del aprendizaje. Finalmente, promover discusiones en el aula es destacada como una habilidad importante para que los docentes puedan utilizar preguntas que hagan evidente el aprendizaje de los estudiantes, promoviendo el diálogo y el aprendizaje mutuo, lo cual es esencial para que la evaluación formativa sea efectiva.

La tercera línea —estudios sobre prácticas de evaluación formativa de profesores de matemáticas que utilizan tecnologías de la información (TIC) — está conformada por ocho estudios en total, mismos que clasifiqué en dos grupos. El primer grupo incluye seis estudios empíricos (Blanco y Ginovart, 2012; Faber et al., 2017; Hanna et al., 2014; Rasmini et al., 2023; Sancho-Vinuesa y Escudero, 2012; Tempelaar et al., 2012), que tienen en común el uso de tecnología para que los estudiantes resuelvan ejercicios o exámenes en línea, donde el software proporciona al estudiante una retroalimentación inmediata, la cual consiste en indicarle cuál es la respuesta correcta y cierta información que le permita saber el porqué. En el estudio de Faber et al. (2017), el software adapta además los ejercicios posteriores a partir del nivel de habilidad mostrado en las respuestas proporcionadas por los estudiantes.

Como parte del segundo grupo, encontré dos estudios que hacen uso de analíticas de aprendizaje, que consisten en utilizar datos recolectados en entornos educativos para apoyar procesos de aprendizaje. En el primer estudio, Raya y Olsher (2024) exploran cómo dos profesores utilizan las visualizaciones de las analíticas de aprendizaje para mejorar sus prácticas de evaluación formativa en las clases de matemáticas, fomentando la reflexión y comprensión de los alumnos mediante el uso de diferentes informes y diagramas interactivos. Hershkovitz et al. (2024) analizaron la relación entre el uso de la retroalimentación y el éxito en una tarea de simetría reflectiva en primaria. Los autores utilizaron un entorno digital con retroalimentación inmediata; analizaron los registros de interacción de los estudiantes y encontraron que el no actuar sobre la retroalimentación se asocia negativamente con el éxito, aunque este comportamiento disminuye ligeramente durante el aprendizaje. Los resultados sugieren que el impacto de la retroalimentación depende de cómo la usen los estudiantes.

Finalmente, para la última y cuarta línea encontré tres estudios sobre evaluación formativa informal en matemáticas (Cusi y Morselli, 2024; Lehesvouri et al., 2022; Park et al., 2020), enfocándose en interacciones espontáneas en el aula y cómo estas contribuyen al aprendizaje de

los estudiantes. Cusi et al. (2024) exploran el papel del experto en discusiones de aula mediadas por tecnologías digitales para promover procesos de evaluación formativa, enfatizando la toma de decisiones en tiempo real. Park et al. (2020) analizan las secuencias de conversación en la evaluación formativa informal en docentes en formación, observando patrones de interacción que muestran cómo las preguntas de seguimiento y la retroalimentación se utilizan principalmente para guiar a los estudiantes hacia respuestas correctas. Lehesvuori et al. (2022) se centran en la relación entre la evaluación formativa informal y la dialogicidad, destacando cómo el uso de ideas de los estudiantes y la interacción abierta pueden enriquecer el diálogo educativo. En conjunto, estos estudios aportan una visión sobre cómo la evaluación formativa informal, a través de preguntas, retroalimentación y el uso del diálogo, tiene el potencial de hacer visible el pensamiento de los estudiantes y promover un aprendizaje más profundo y significativo en matemáticas.

Prácticas de evaluación formativa de profesores de matemáticas en México y América Latina.

En este apartado destaco los principales hallazgos sobre las prácticas de evaluación formativa en aulas de matemáticas en México y América Latina. En primer lugar, revisé siete estudios empíricos sobre docentes de primaria, incluyendo investigaciones a gran escala en México y otros países de la región (Chávez y Martínez, 2018; García et al., 2011; Loera et al., 2013; Loureiro, 2009; Mercado y Martínez, 2014; Picaroni, 2009; Ravela et al., 2009). La mayoría de estos estudios adoptaron un enfoque cuantitativo, utilizando entrevistas, videograbaciones y ejemplos de trabajos de estudiantes. En los siguientes párrafos, abordo los resultados a partir de seis elementos de análisis: conceptualización de la evaluación, características de las actividades, uso de herramientas, comunicación sobre el proceso, retroalimentación, y acciones emprendidas a partir de los resultados.

Los docentes suelen diferenciar entre evaluación formativa y sumativa, asignando objetivos, tanto de diagnóstico como de mejora del aprendizaje y de su propia práctica (García et al., 2011; Ravela et al., 2009). Priorizan el razonamiento y tareas de alta complejidad, aunque hay diferencias según el tipo de escuela, siendo menos frecuentes estas actividades en contextos de bajos recursos (García et al., 2011; Loera et al., 2013). Sin embargo, incluso al usar tareas de alta demanda cognitiva, la interacción docente tiende a simplificarla, enfocándose en llevar a los estudiantes hacia respuestas correctas sin profundizar en la comprensión (Chávez y Martínez, 2018).

Los docentes reportan también el uso de herramientas como portafolios y observación, aunque suelen limitarse a tareas con baja demanda cognitiva y sin un contexto significativo para los estudiantes (García et al., 2011; Loureiro, 2009; Mercado y Martínez, 2014). En cuanto a la retroalimentación, esta se centra principalmente en calificaciones y exhortaciones, y carece de un valor pedagógico significativo, ya que no ofrece orientación específica para mejorar (Mercado y

Martínez, 2014; Picaroni, 2009). Las acciones posteriores a la evaluación incluyen desde el involucramiento de padres hasta la revisión de la enseñanza, aunque predominan prácticas administrativas para el registro de información (Picaroni, 2009). Finalmente, se observa un distanciamiento entre las prácticas docentes y los enfoques sugeridos en el currículum, ya que las actividades de evaluación suelen centrarse en la memorización y la resolución de ejercicios estructurados, sin ofrecer un contexto significativo para los estudiantes (Loureiro, 2009; Mercado y Martínez, 2014).

Este distanciamiento entre las prácticas docentes y los enfoques sugeridos en el currículum también se refleja en estudios que han analizado la evaluación formativa en la enseñanza de las matemáticas. Carmona et al. (2011) y Ramírez et al. (2020) examinaron las prácticas de evaluación formativa de docentes de secundaria en México, encontrando que estas suelen estar centradas en el docente y limitan la participación activa del estudiante. A partir del análisis de las percepciones de 478,032 estudiantes que presentaron el Exani-I en 2010, Carmona et al. (2011) identificaron que, si bien se permite a los estudiantes resolver problemas de diferentes maneras, la estructura de las actividades está orientada a obtener una única respuesta correcta, restringiendo así las oportunidades de exploración y desarrollo del pensamiento matemático. En una línea similar, Ramírez et al. (2020) subrayan la desconexión entre las prácticas de evaluación formativa y los resultados en pruebas estandarizadas, sugiriendo que la enseñanza no está alineada con los criterios de estas evaluaciones.

Por otro lado, otros estudios han analizado las prácticas de evaluación formativa en distintos niveles educativos, centrándose en la implementación de la retroalimentación en la enseñanza de las matemáticas. García-Oliveros et al. (2020) y Muñoz (2020) examinaron cómo los docentes universitarios y de secundaria utilizan la retroalimentación formativa en sus prácticas. García-Oliveros et al. (2020) encontraron que la retroalimentación suele enfocarse en correcciones sin un enfoque formativo, lo que limita el aprendizaje profundo de los estudiantes. Por su parte, Muñoz (2020) señala la falta de calidad y profundidad en la retroalimentación proporcionada, indicando que esta carece de estrategias que promuevan la reflexión del estudiante. Ambos estudios coinciden en la importancia de fortalecer las intervenciones docentes para fomentar un aprendizaje significativo y autónomo.

En general, estos estudios reflejan una serie de limitaciones en las prácticas de evaluación formativa de los docentes de matemáticas en diferentes niveles educativos en México. A pesar de la implementación de retroalimentación, los resultados indican una falta de estrategias efectivas que permitan a los estudiantes involucrarse activamente en su proceso de aprendizaje. Además, el enfoque predominante centrado en el docente y la desconexión entre las prácticas evaluativas y los resultados esperados en pruebas estandarizadas resaltan la necesidad de una mayor alineación entre la evaluación formativa y la instrucción para apoyar el aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, algunos estudios muestran conclusiones divergentes. Mientras que los estudios en primaria en América Latina reportan prácticas limitadas relacionadas con la evaluación formativa, el estudio de Carmona et al. (2011) en secundaria resalta una frecuencia relativamente alta de estas prácticas. Esta discrepancia podría estar relacionada con los métodos de recopilación de datos utilizados; los estudios en primaria se centraron en artefactos escritos y entrevistas, los cuales no capturan adecuadamente las interacciones informales en el aula donde se desarrolla gran parte de la evaluación formativa. Estas interacciones, que incluyen conversaciones y retroalimentación en tiempo real, tienen el potencial de proporcionar a los estudiantes elementos significativos para mejorar su aprendizaje, como se observó en el estudio de secundaria.

Sin embargo, aunque el estudio de Carmona et al. (2011) reporta la existencia de prácticas de evaluación formativa en secundaria según la percepción de los estudiantes, esto no es suficiente para determinar si realmente atienden de manera efectiva sus necesidades de aprendizaje. Si bien se identifican elementos formativos, es fundamental un análisis más profundo sobre la calidad y efectividad de estas prácticas en la promoción del aprendizaje de las matemáticas. Esto resalta la importancia de analizar en mayor profundidad no solo la presencia de la evaluación formativa, sino la manera en que se lleva a cabo en la práctica docente. Más que identificar su frecuencia, es necesario comprender los factores que influyen en su implementación y los desafíos que enfrentan los profesores al aplicarla en contextos reales. Estos hallazgos pueden aportar información valiosa para el diseño de estrategias de formación docente que promuevan una evaluación formativa más efectiva y alineada a las necesidades de los estudiantes.

1.2 Planteamiento del problema

De acuerdo con Burkhardt y Schoenfeld (2019), la evaluación formativa en matemáticas es parte integral de una enseñanza, en la que es fundamental apoyar a los estudiantes para que logren aquellas metas de aprendizaje y desempeño que son centrales en la asignatura: resolución de problemas no rutinarios, la producción de cadenas extendidas de razonamiento matemático, la modelación de situaciones de vida real utilizando representaciones u otro tipo de herramientas matemáticas y prácticas de investigación.

Estos autores también reconocen que la implementación de prácticas de evaluación formativa en matemáticas ha sido complicada para los profesores, sobre todo porque las metas de aprendizaje en la asignatura se han reducido a la enseñanza directa de habilidades y procedimientos rutinarios (Burkhardt y Schoenfeld, 2019), para lo cual los profesores generalmente recurren a la técnica de “mostrar y practicar” (Lappan y Phillips, 2009, p. 1). Esto trae como consecuencia que las prácticas de evaluación que prevalecen en las aulas tengan una orientación predominantemente sumativa, ya que se le presta más atención a la calificación y a la clasificación de estudiantes de acuerdo a determinados niveles de desempeño (Harlen, 2007b; Muñoz, 2020).

Algunas investigaciones reportan sobre las complejidades de las percepciones y prácticas de los docentes, relacionadas con la evaluación formativa (García-Oliveros et al., 2020; Muñoz, 2020; Ramírez et al., 2020). Estos estudios resaltan los desafíos que enfrentan los profesores en la transición de enfoques de evaluación sumativa a formativa y enfatizan la necesidad de oportunidades de desarrollo profesional para apoyarlos en la incorporación de estas prácticas en su enseñanza.

Las dificultades en su implementación se reflejan de igual manera en la discrepancia entre lo que los profesores dicen que hacen con respecto a la evaluación formativa y lo que realmente ocurre en sus aulas. Específicamente en México, los docentes reportan el uso de actividades y estrategias recomendadas para la evaluación formativa (Carmona et al., 2011; García et al., 2011; INEE, 2019). Sin embargo, en algunas investigaciones que revisé también se concluye que las diferentes actividades y estrategias relacionadas con la evaluación formativa que implementan los docentes de matemáticas parecen no estar ayudando a todos los estudiantes a mejorar en su aprendizaje. Por ejemplo, en uno de los estudios latinoamericanos se concluye: “si bien los maestros realizan importantes esfuerzos para ayudar a los niños a aprender, en muchos casos las evaluaciones propuestas en el aula no parecen una herramienta apropiada para dicho esfuerzo” (Ravela et al., 2009, p. 5). En los estudios que midieron el desempeño de los estudiantes mediante pruebas no se reportaron mejoras en el aprendizaje de todos los estudiantes a partir de la implementación de estrategias de evaluación formativa (Boström y Palm, 2023; Hanna et al., 2014; Phelan et al., 2011) o bien, los estudiantes con mejor desempeño son los que llegan a obtener los mayores beneficios de esta (Faber et al., 2017). Incluso en algunas investigaciones, los mismos estudiantes reportan que la ayuda que reciben por parte de los docentes de matemáticas no es suficiente para mejorar su aprendizaje (Broughton et al., 2012; Havnes et al., 2012; INEE, 2019).

Esta discrepancia entre lo que los docentes de matemáticas dicen con respecto a sus prácticas de evaluación formativa y lo que realmente ocurre en el aula no ha sido explicada a profundidad. Mercado y Martínez (2014) sugieren que se debe a comprensiones superficiales de los docentes con respecto a lo que implica la evaluación formativa. Si bien esta puede ser una posible explicación, considero además que en gran parte de las investigaciones sobre evaluación formativa en matemáticas se ofrece información limitada que no permite comprender cómo es que los docentes la llevan a cabo en el día a día en las aulas. Esta falta de información se podría explicar por dos factores principalmente: (a) una conceptualización de la evaluación formativa en términos de estrategias generales y (b) el enfoque metodológico de las investigaciones.

El problema de la conceptualización de la evaluación formativa en términos de estrategias generales ya ha sido documentado por Bennett (2011) y por Coffey et al. (2011). Esta conceptualización, que se refleja particularmente en las investigaciones latinoamericanas, proviene desde marcos de práctica docente más generales. Esto ha tenido como principal consecuencia que

los investigadores se enfoquen particularmente en las estrategias que los docentes implementan para llevarla a cabo, por ejemplo, retroalimentación o coevaluación y que, por lo tanto, omitan la sustancia disciplinar de lo que los docentes evalúan (Coffey et al., 2011).

Si bien las estrategias asociadas a la evaluación formativa se pueden aplicar en cualquier asignatura (Coffey et al., 2011; Gotwals et al., 2015), es importante considerar que las prácticas de evaluación formativa están fuertemente relacionadas con las disciplinas en particular donde se implementan (Bennett, 2011; Cizek et al., 2019a; Wiliam, 2006). Un enfoque exclusivo en las estrategias de evaluación formativa puede provocar que esta pierda su efectividad, ya que las oportunidades de aprendizaje que los docentes ofrecen a sus estudiantes pueden ser superficiales y pueden no ser las más adecuadas para promover aprendizajes más profundos en la disciplina (Bennett, 2011). De acuerdo con Coffey et al. (2011), al enfocarse en las estrategias, tanto los docentes como los investigadores no consideran cómo los niños entienden o razonan las matemáticas y prestan más atención a cómo esas ideas se alinean al contenido de la asignatura, el cual generalmente se asume como un “cuerpo de información correcta, centrada en terminología y que se selecciona previamente como objetivos de aprendizaje para la clase” (Coffey et al., 2011, p. 1114). En este sentido, en una de las investigaciones latinoamericanas se concluyó con respecto a las prácticas de evaluación formativa que “es difícil que tengan efecto si el docente no logra identificar las necesidades específicas en los procesos de pensamiento de los alumnos” (Picaroni, 2009, p. 77).

Para avanzar en las investigaciones sobre evaluación formativa, se ha sugerido que se debe dar un cambio de enfoque en su estudio. De esta manera, Cowie et al. (2018) recomiendan que la evaluación formativa debe avanzar hacia el desarrollo de habilidades para observar y responder adecuadamente a los eventos inesperados que surgen durante las interacciones en el aula. De manera complementaria, Coffey et al. (2011) sugieren que se priorice la atención de los docentes hacia los pensamientos y procesos de los estudiantes durante la evaluación, en lugar de solo analizar sus estrategias y acciones:

El núcleo de la evaluación formativa no radica en lo que los profesores *hacen*, sino en lo que *ven*. El punto es la atención del profesor hacia los entendimientos y progreso de los estudiantes; para eso son las estrategias. Para apreciar la calidad de la atención de un profesor, es esencial considerar la sustancia disciplinaria: ¿Qué está sucediendo en la clase? y de eso, ¿qué es lo que el maestro observa y considera? (Coffey et al., 2011, p. 1128).

Estas propuestas apuntan a un cambio de enfoque hacia procesos de pensamiento de los docentes durante la evaluación formativa y su relación con las acciones que llevan a cabo con sus estudiantes. En este sentido, considero entonces importante la conceptualización alternativa de la evaluación formativa, la cual debe apuntar más hacia un proceso y no como tal hacia las estrategias

que llevan a cabo los profesores exclusivamente.

Al respecto, algunos autores han propuesto que la evaluación formativa se entienda como proceso y a manera de ciclos (Bell y Cowie, 2001, 2002; Ruiz-Primo y Brookhart, 2018; Ruiz-Primo y Li, 2013), los cuales están conformados por cuatro elementos: (1) clarificar a los estudiantes las expectativas, metas y evidencias de aprendizaje; (2) recolectar u obtener información sobre el aprendizaje de los estudiantes; (3) interpretar la información obtenida; y (4) activar o utilizar la información obtenida para llevar a cabo ajustes en el desarrollo de la actividad conjunta y así apoyar a los estudiantes en la mejora de su aprendizaje.

Planteo entonces que esta conceptualización de la evaluación formativa como proceso en términos de ciclos, puede ser el medio a través del cual se investiguen con mayor profundidad las prácticas de evaluación formativa de profesores de matemáticas. Esto permitirá acceder a sus procesos de razonamiento durante las actividades y estrategias que lleven a cabo como parte de las mismas. Además de explorar a profundidad el uso que dan a la información que obtienen, también permitirá identificar qué tipo de información consideran o atienden, cómo la interpretan y el tipo de acciones o ajustes que llevan a cabo para apoyar a los estudiantes en su aprendizaje.

Por otro lado, el enfoque metodológico predominante en las investigaciones sobre evaluación formativa en matemáticas en México y América Latina, basado principalmente en estudios a gran escala con un enfoque cuantitativo, no permite comprender a profundidad la práctica docente. Si bien estos estudios tienen la ventaja de aplicarse a muestras grandes y generalizar sus resultados, presentan limitaciones al reducir la complejidad de la realidad a través de cuestionarios y encuestas estandarizadas que reflejan la perspectiva de los investigadores. Los instrumentos que se utilizan de manera más frecuente, para dar cuenta de diversos procesos evaluativos que ocurren en el aula, como registros fotográficos, exámenes y cuestionarios estructurados, si bien son económicos en términos de tiempo y recursos, resultan insuficientes para realizar inferencias sobre las características y procesos incorporados en las prácticas de evaluación formativa, ya que se enfocan en actividades de carácter sumativo y no consideran aspectos cruciales como la interacción entre docentes y estudiantes en el aula.

Los estudios latinoamericanos sobre evaluación formativa concluyen que la retroalimentación que los docentes proporcionan de forma escrita es muy breve y se limita a calificaciones sin comentarios suficientes para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Esta situación puede estar influida por el elevado número de estudiantes por aula y los bajos salarios de los docentes en la región, lo que lleva a muchos de ellos a tener varios trabajos. Sin embargo, la retroalimentación escrita no es el único medio disponible; algunas investigaciones (Cusi y Morselli, 2024; Park et al., 2020; Suurtamm et al., 2010) señalan que los docentes también pueden evaluar el entendimiento de los estudiantes a través de discusiones en el aula, en las cuales pueden llevar a cabo observación, retroalimentación, planteamiento de preguntas y escucha activa durante la resolución de problemas.

Para comprender a fondo las prácticas de evaluación formativa, es posible utilizar métodos que capten las acciones e interacciones en el aula, más allá de los exámenes y trabajos por escrito, que suelen tener fines sumativos.

La evaluación formativa que se lleva a cabo en las aulas durante la interacción docente-estudiantes, se ha definido en la literatura como evaluación formativa informal (Ruiz-Primo, 2011; Ruiz-Primo y Furtak, 2006, 2007). Este tipo de evaluación formativa involucra acciones cualitativamente distintas a las que lleva a cabo el docente cuando realiza una evaluación formativa planeada o formal. De acuerdo con Bell y Cowie (2001), en una evaluación formativa planeada, el docente define con anticipación actividades para recolectar información sobre el aprendizaje de todos los estudiantes, para después interpretarla y proponer acciones que los ayuden a mejorar. Por otro lado, la evaluación formativa informal se lleva a cabo generalmente durante las sesiones de clase y surge de manera espontánea en el desarrollo de la actividad conjunta, donde el docente percibe información que generalmente se deriva de las actividades de aprendizaje y que no planea con anticipación, interpreta dicha información y responde casi de manera inmediata.

De acuerdo con Stahnke et al. (2016), la atención, interpretación y toma de decisiones de profesores de matemáticas se consideran habilidades específicas en situación, que han sido estudiadas en la literatura de la educación matemática generalmente bajo dos marcos teóricos principalmente: el noticing del profesor de matemáticas y el conocimiento profesional del profesor. Solo algunos autores han llegado a expresar que las tres habilidades en su conjunto se pueden considerar como tal, evaluación formativa (Furtak, Kiemer, et al., 2016; Jacobs y Empson, 2015). En este sentido, Furtak et al. (2016) proponen una síntesis de ambos marcos, sugiriendo que la evaluación formativa y el noticing docente pueden integrarse en un proceso continuo y situado. Este enfoque enfatiza que las habilidades de percepción, interpretación y respuesta no solo se desarrollan en situaciones específicas, sino que deben estar alineadas con la evaluación formativa para facilitar decisiones pedagógicas efectivas en tiempo real, permitiendo a los docentes observar el aprendizaje de los estudiantes, interpretar sus necesidades y responder de manera adecuada, lo cual contribuye a una enseñanza más efectiva y contextualizada.

König et al. (2022) y Stahnke et al. (2016) reportan, en sus respectivas revisiones de literatura, sobre la falta de investigaciones que consideren las habilidades de atender, responder e interpretar en matemáticas de forma conjunta. Así, Stahnke et al. (2016) reportan que solo el 20% de los estudios empíricos publicados entre 1996 y 2016 han abarcado las tres habilidades, mientras que König et al. (2022) indican que estas investigaciones son relativamente raras, especialmente en la parte de "responder", que solo se aborda en un 25% de los estudios contemplados en su revisión. Ambos autores coinciden en que la toma de decisiones, o la capacidad de responder, representa un desafío complejo para los docentes, influenciado por factores como el conocimiento disciplinar, las creencias y las metas de enseñanza. Además, mientras que Stahnke et al. (2016) destacan cómo

el conocimiento matemático afecta estas habilidades, König et al. (2022) subrayan la dificultad de medir efectivamente la capacidad de los docentes para responder adecuadamente a las necesidades de los estudiantes.

Estas dificultades en la toma de decisiones para apoyar a los estudiantes también han sido documentadas en la literatura sobre evaluación formativa. Ruiz-Primo y Brookhart (2018) señalan que las acciones o ajustes que llevan a cabo los profesores durante la evaluación formativa han sido poco estudiados y, con base en la evidencia disponible, concluyen que estos ajustes están ausentes en la práctica docente o representan un reto significativo. Esto se manifiesta en la tendencia de los profesores a continuar con su planificación original incluso cuando los estudiantes presentan dificultades, así como en la naturaleza predominantemente procedimental de la retroalimentación verbal y los ajustes que implementan, los cuales, en muchos casos, no logran responder de manera efectiva a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Por ejemplo, en la investigación de Wylie y Lyon (2015) se reporta que, aunque un 46% de los profesores de matemáticas afirmó utilizar la evidencia recolectada, en un 20% de los casos las acciones o ajustes subsecuentes no se podían considerar formativos.

Finalmente, con base en lo reportado por Furtak et al. (2017) vale la pena resaltar que las investigaciones sobre evaluación formativa informal se han centrado principalmente en el análisis de los ciclos que llevan a cabo los profesores a un nivel micro del discurso en el aula, los cuales se han denominado conversaciones de evaluación. Para su análisis se han tomado diferentes acercamientos (Furtak et al., 2017), pero generalmente se recurre a una codificación de los movimientos discursivos entre el docente y los estudiantes, a partir de la cual se calculan frecuencias para reportar resultados. Furtak y sus colaboradores reconocen que estas medidas estáticas no permiten identificar cómo y cuándo utiliza el profesor este tipo de ciclos y tampoco permiten capturar la naturaleza secuencial e interactiva del diálogo durante la evaluación formativa informal, por lo que se corre el riesgo de llegar a resultados y conclusiones poco precisas. Es en este sentido, que sugieren para el análisis de prácticas de evaluación formativa informal un enfoque analítico que vaya más allá de un cálculo global de frecuencias, a “uno que realmente capte la naturaleza secuencial y temporal del diálogo entre el profesor y el estudiante” (Furtak et al., 2017, p. 29).

A partir de lo expuesto anteriormente y con la finalidad de avanzar hacia una mayor comprensión de las prácticas de evaluación formativa en la asignatura de matemáticas, propongo abordar específicamente a la evaluación formativa informal, utilizando el concepto del noticing que se ha utilizado en la literatura sobre la educación matemática (van Es y Sherin, 2002). La forma de articular estos conceptos implica entender a la evaluación formativa informal como ciclos, donde las acciones relacionadas con la atención e interpretación de evidencia por parte del docente se entienden como el noticing o el darse cuenta del profesor, el cual implica “atender a eventos

particulares en el aula” y “darle sentido a un evento en el aula” (M.G. Sherin et al., 2011). Así, considero que el noticing o atención selectiva focalizada del profesor, definida de esta forma es una parte integral de la evaluación formativa informal en el aula. Con base en esta conceptualización, propongo entonces las siguientes preguntas y objetivos de investigación:

1.3 Pregunta general de investigación

¿Qué características distintivas tienen las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas?

Y de manera particular, se pretende responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué acciones lleva a cabo el profesor para clarificar y compartir las metas y expectativas de aprendizaje con los estudiantes?
2. ¿Qué tipo de evidencias de aprendizaje en matemáticas atiende el profesor y qué medios utiliza para ello?
3. ¿Cómo interpreta la evidencia sobre el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes en el desarrollo de la actividad conjunta de la secuencia didáctica?
4. ¿Qué tipo de ajustes realiza el profesor para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje?

1.4 Objetivos

Objetivo general.

Caracterizar las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas.

Objetivos específicos.

1. Identificar las acciones que lleva a cabo el profesor para clarificar y compartir las metas y expectativas de aprendizaje con los estudiantes.
2. Identificar las evidencias de aprendizaje en matemáticas que atiende el profesor y los medios que utiliza para ello.
3. Analizar la interpretación que lleva a cabo el profesor sobre el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes en el desarrollo de la actividad conjunta de la secuencia didáctica.
4. Categorizar los ajustes que realiza el profesor para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje.

1.5 Justificación

Esta investigación pretende aportar al campo de conocimiento sobre evaluación en la educación de las matemáticas. Este campo es incipiente, lo que se evidencia en que en el año 2017 se

conformó por primera vez un grupo temático en el 10º Congreso de Investigación Europea sobre Educación Matemática (CERME 10). Por esta razón, todavía no se cuenta con un lenguaje y marcos de referencia comunes que permitan comunicar investigaciones sobre este tema ("CERME 11: Thematic Working Group 21", 2018). Es en este sentido, que con esta tesis pretendo contribuir a la comprensión de las particularidades de la evaluación formativa en matemáticas.

El estado de conocimiento más reciente en México sobre educación matemática (Rodríguez y Palmas, 2024), realizado por el Consejo Mexicano de Investigación Educativa, ha revelado vacíos importantes en la investigación sobre la interacción en el aula y el uso de la evaluación para guiar el aprendizaje en tiempo real. Aunque en la última década ha crecido el interés por estudiar los conocimientos y creencias de los docentes, los estudios sobre las prácticas de enseñanza y la formación de profesores siguen siendo escasos. De las 72 publicaciones incluidas, solo 13 abordaron el trabajo de los profesores, con un enfoque predominante en educación primaria y un limitado desarrollo en los niveles medio y superior. En particular, la investigación sobre evaluación formativa en matemáticas ha sido verdaderamente escasa, con solo dos estudios en la última década que analizan cómo los docentes enfrentan desafíos para mantener altos niveles de exigencia cognitiva (Chávez y Martínez, 2018; Ramírez et al., 2020).

La escasez de estudios centrados en las prácticas docentes de evaluación formativa resalta la necesidad de profundizar en cómo los profesores perciben, interpretan y responden a la información que obtienen sobre el aprendizaje de sus estudiantes en el aula. Comprender la calidad y efectividad de estas prácticas puede aportar información valiosa para fortalecer la formación docente y contribuir al mejoramiento del aprendizaje en matemáticas en el país.

En este contexto, esta investigación propone un modelo teórico-metodológico para analizar la evaluación formativa informal desde una perspectiva situada e interactiva. A diferencia de otros enfoques que estudian la evaluación formativa como un conjunto de estrategias o actividades, este modelo la concibe como un proceso dinámico y cíclico, en el que los docentes toman decisiones en tiempo real con base en la información que obtienen en la interacción con sus estudiantes. Al integrar marcos conceptuales sobre evaluación, noticing e interactividad en el aula, este modelo permite comprender cómo los docentes movilizan su conocimiento y sus creencias, interpretan la evidencia de aprendizaje y ajustan su enseñanza a lo largo de distintos niveles de la actividad conjunta en el aula (macro, meso y micro).

Como parte del aporte al campo de la educación matemática, este estudio contribuye al análisis de las habilidades específicas de los docentes en la enseñanza de esta disciplina. El modelo propuesto no solo identifica las acciones observables en la interacción con los estudiantes, sino que también permite acceder a los procesos de razonamiento que guían la forma en que los profesores obtienen, atienden e interpretan la evidencia en el aula. Asimismo, ofrece una herramienta analítica para comprender cómo los docentes ajustan su enseñanza en función de la evidencia recogida,

favoreciendo el desarrollo de estrategias más efectivas para guiar el aprendizaje de los estudiantes. Su aplicabilidad trasciende la evaluación formativa informal, ya que puede extenderse a otros ámbitos educativos en los que los docentes toman decisiones en interacción con los estudiantes, contribuyendo así a una comprensión más amplia de la enseñanza y la evaluación en contextos diversos.

Esto, a su vez, permitirá entender mejor cómo los docentes de matemáticas implementan las propuestas educativas en su práctica cotidiana, considerando que la evaluación formativa ha sido promovida como eje central de los modelos educativos recientes. A partir de la Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB) y la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), y más recientemente en el marco de la Nueva Escuela Mexicana, la evaluación formativa ha sido reconocida como un mecanismo fundamental para promover el aprendizaje. Esta perspectiva busca trascender la calificación numérica y fomentar una evaluación continua, centrada en la retroalimentación significativa y en la autorregulación del aprendizaje por parte de los estudiantes (Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación, 2022).

Los hallazgos de esta investigación podrán ser de utilidad para la comunidad académica y las autoridades educativas, en la medida en que proporcionen información sobre las prácticas docentes en contextos específicos. Esto podría contribuir a futuras investigaciones y reflexiones sobre el diseño de estrategias de formación docente en matemáticas. Asimismo, el modelo desarrollado en esta investigación puede aplicarse en otros contextos educativos donde los docentes tomen decisiones en interacción con los estudiantes, lo que permitirá ampliar el conocimiento sobre la evaluación formativa en distintos niveles educativos y en diversas disciplinas.

1.6 Supuestos

Esta investigación parte del supuesto de que la evaluación formativa en el aula es un proceso dinámico y cíclico en el que los docentes generan información sobre el estado actual del aprendizaje de sus estudiantes. Esta información puede ser interpretada y utilizada tanto por los docentes como por los estudiantes para modificar la enseñanza y el aprendizaje, respectivamente. Sin embargo, en este estudio, el foco se centra en cómo los docentes interpretan la información obtenida y de qué manera ajustan su enseñanza en función de ella para apoyar el aprendizaje de sus estudiantes.

Desde la perspectiva de Goos (2014), la evaluación es una práctica frecuente entre los docentes, ya sea mediante actividades diseñadas con propósitos evaluativos o en interacciones espontáneas en el aula. No obstante, la literatura ha evidenciado discrepancias entre lo que los docentes afirman sobre su uso de la evaluación formativa y lo que realmente ocurre en la práctica. A pesar de ello, esta investigación asume que los docentes de matemáticas incorporan prácticas vinculadas a la evaluación formativa, como lo reporta el estudio de Carmona et al. (2011). Asimismo, se considera

que estas prácticas pueden situarse en un continuo que varía en su potencial para promover y respaldar el aprendizaje matemático de los estudiantes (Ellis et al., 2019; Wiliam, 2014).

Dado que los docentes obtienen información de distintas fuentes durante la evaluación formativa, en esta investigación se reconoce que dicha información puede derivarse tanto de actividades estructuradas que forman parte de la planeación docente, como tareas, exámenes y proyectos, como de interacciones espontáneas en el aula, tales como diálogos, discusiones y otros intercambios informales. Se parte del supuesto de que en estas interacciones los docentes pueden desplegar un repertorio más amplio de estrategias para apoyar a sus estudiantes, y que estas prácticas han sido poco documentadas en investigaciones previas sobre evaluación formativa en la enseñanza de las matemáticas en América Latina.

Además, se asume que los docentes no tienen acceso directo al aprendizaje de sus estudiantes, sino que deben inferirlo a partir de la evidencia que recogen en el aula (Goos, 2014). En este sentido, su labor implica interpretar constantemente la información generada en el aula y tomar decisiones en función de ella. A partir de la información que obtienen, los docentes pueden implementar diversas acciones para apoyar el aprendizaje de sus estudiantes, tales como: ofrecer retroalimentación, reformular explicaciones, ejemplificar con otros métodos, repetir ciertos contenidos, asignar ejercicios adicionales, replantear preguntas o promover el trabajo colaborativo entre pares.

1.7 Contexto

En la sociedad del siglo XXI, las matemáticas han adquirido un lugar fundamental en la formación de los ciudadanos, al ser la base del desarrollo tecnológico y de la ciencia moderna. Son esenciales para que las personas puedan desenvolverse con competencia en entornos complejos, donde la abundante información requiere ser procesada, organizada, analizada e interpretada para resolver problemas y tomar decisiones acertadas. Por estas razones, las matemáticas se incluyen como una asignatura obligatoria y prioritaria en el currículum de todos los niveles educativos en prácticamente todos los sistemas educativos del mundo, con un enfoque tanto propedéutico como terminal. No obstante, en México, el aprendizaje de las matemáticas sigue siendo un reto importante para avanzar hacia una educación de calidad, ya que, junto con el área de lenguaje, su dominio es crucial para facilitar el aprendizaje en general, mientras que su falta representa un obstáculo para adquirir nuevos conocimientos y habilidades (INEE, 2017). Esta situación subraya la importancia de superar las dificultades en estas áreas fundamentales para garantizar un aprendizaje efectivo en todos los campos del saber.

A partir de los resultados de las diferentes pruebas estandarizadas nacionales e internacionales que se han aplicado en México, se puede concluir que una gran cantidad de estudiantes del Sistema Educativo Nacional (SEN) no alcanzan los aprendizajes más elementales en matemáticas durante

su trayecto escolar. Por ejemplo, en los resultados de la prueba PISA 2022 (*Programme for International Student Assessment*) el desempeño de los estudiantes mexicanos en matemáticas muestra un descenso significativo en comparación con años anteriores, regresando a niveles similares a los observados en 2003 y 2006. De acuerdo con el reporte publicado para México (OECD, 2023), solo el 34% de los estudiantes alcanzaron al menos el nivel de competencia 2 en matemáticas, mientras que el promedio de la OCDE es del 69%. Este nivel de competencia implica la capacidad de interpretar y reconocer, sin instrucciones directas, cómo puede representarse matemáticamente una situación sencilla. Además, casi ningún estudiante en México alcanzó los niveles superiores (niveles 5 o 6), mientras que el promedio de la OCDE es de 9% en estos niveles. En este mismo reporte (OECD, 2023) se destaca también que el porcentaje de estudiantes mexicanos con competencias inferiores al nivel 2 aumentó en once puntos porcentuales con respecto a la prueba aplicada en 2012. La brecha entre los estudiantes de mayor y menor rendimiento se redujo, principalmente debido a un descenso más pronunciado en los logros de los estudiantes de alto rendimiento.

Estos resultados son consistentes con los de la Evaluación Diagnóstica 2022-2023 para estudiantes de educación básica en México, misma que fue desarrollada por Mejoredu en el marco del Modelo de evaluación diagnóstica, formativa e integral de la Nueva Escuela Mexicana (Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación, 2022). Los resultados en matemáticas revelan deficiencias importantes, tanto en primaria como en secundaria. En el nivel de primaria, se identificó que los mayores desafíos están relacionados con la comprensión y manejo de números decimales y fraccionarios, así como en geometría, incluyendo la identificación de propiedades de figuras geométricas y el cálculo de perímetro y área. En secundaria, se observó una continuidad de estas dificultades, junto con problemas en la resolución de ecuaciones lineales y el manejo de variación lineal. Los grados que mostraron mayores carencias fueron quinto de primaria, segundo y tercero de secundaria, con más del 70% de los estudiantes situados en un nivel de prioridad alta, es decir, con menos del 40% de respuestas correctas. Los resultados también indican que hay unidades específicas en matemáticas donde los estudiantes presentan un mayor rezago, particularmente en las áreas de análisis de datos y número, álgebra y variación. Estas dificultades se reflejan en una capacidad limitada para realizar operaciones básicas y para interpretar información en diferentes contextos matemáticos.

En este contexto, la Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (2022) propuso estrategias para mejorar los resultados en matemáticas enfocándose en los aprendizajes prioritarios y el desarrollo de competencias fundamentales. Estas estrategias destacan la aplicación del pensamiento matemático a problemas cotidianos, fomentando la formulación de explicaciones y la elección de métodos adecuados, así como la comprensión profunda de los conceptos mediante diversas representaciones y su uso contextual. Además, se promueve la resolución de problemas

desde diferentes enfoques y el reconocimiento de relaciones matemáticas en contextos reales. También se sugiere el uso de actividades colaborativas para fortalecer la comprensión conceptual y el análisis crítico entre los estudiantes.

Además de estas estrategias, en el Plan de Estudios 2022 de la Nueva Escuela Mexicana, se reconoce a la evaluación formativa como una herramienta esencial para transformar la práctica educativa y mejorar la calidad del aprendizaje (Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación, 2022; González y González, 2024). La evaluación formativa se concibe en la Nueva Escuela Mexicana como un proceso continuo y paralelo a las actividades de aprendizaje, que va más allá de asignar calificaciones y permite valorar el estado del aprendizaje de manera profunda. La retroalimentación se destaca como un componente clave para proporcionar a los docentes la información necesaria para ajustar sus estrategias pedagógicas y apoyar a los estudiantes en superar sus dificultades, fomentando así la autorregulación y el desarrollo de la autonomía. Además, se promueve la autoevaluación y la coevaluación, que implican activamente a los estudiantes, vinculando lo aprendido con situaciones reales y logrando un aprendizaje significativo y personalizado.

Los bajos niveles de aprendizaje de las matemáticas traen como consecuencia diferentes problemáticas, entre las que se encuentran la deserción tanto de estudiantes en el bachillerato, como en nivel el superior, sobre todo en licenciaturas relacionadas con las Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y Matemáticas (STEM por sus siglas en inglés).

En un estudio realizado en la Universidad Autónoma de Baja California sobre reprobación y rezago de estudiantes universitarios, se destaca el rol crítico que juegan las matemáticas en este fenómeno, especialmente en programas de ingeniería y ciencias exactas (Murillo-García y Luna-Serrano, 2021). De manera particular, identificaron que la falta de comprensión y dominio de los conceptos matemáticos fundamentales contribuye significativamente a la reprobación. Este problema afecta principalmente a estudiantes del tronco común durante el primer año universitario, lo cual impacta negativamente en su trayectoria académica. Las dificultades en matemáticas y las exigencias de cursos secuenciales en áreas STEM hacen que estas disciplinas sean particularmente desafiantes, contribuyendo así al fracaso y a la condición de rezago en los estudiantes.

En el ciclo escolar 2020-2021, la educación media superior en México fue el nivel que tuvo la mayor tasa de desafiliación escolar — con un 11.6% — de la educación obligatoria y solamente 66 de cada 100 jóvenes que ingresaron a este nivel, lograron concluirlo en el tiempo previsto (Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación, 2023, noviembre).

El abandono escolar en la educación media superior tiene causas multifactoriales, entre las cuales los factores académicos desempeñan un papel clave. De acuerdo con la investigación y reporte realizados por el INEE (2019), la reprobación, el desinterés en los contenidos escolares y las dificultades para adaptarse al entorno educativo se destacan como factores que llevan a los

estudiantes a abandonar la escuela. La falta de una experiencia académica significativa y de relevancia en el aprendizaje, sumada a la falta de apoyos adecuados, contribuye al desinterés y desconexión de los estudiantes.

Aunque la retroalimentación podría ser una herramienta poderosa para fomentar el aprendizaje y la permanencia, en los resultados de las encuestas realizadas a docentes y a estudiantes del reporte (INEE, 2019) se observa una gran discrepancia entre la percepción de los docentes y la de los estudiantes respecto a su efectividad. Mientras los docentes afirman que ofrecen retroalimentación regularmente, muchos estudiantes sienten que solo reciben una calificación sin explicación adicional, lo cual contribuye a su desconexión del proceso educativo. La falta de retroalimentación significativa y oportuna tiene un impacto negativo directo en la motivación de los estudiantes y, por ende, en la permanencia escolar.

Una educación matemática de calidad es importante en la formación de los estudiantes por diferentes razones. Entre estas, se encuentra por ejemplo, la formación de ciudadanos competentes que puedan enfrentar una gran cantidad de situaciones que requieren un razonamiento de tipo cuantitativo, espacial, probabilístico o relacional, ya sea para interpretar la gran cantidad de información proporcionada en medios de comunicación o para llevar a cabo análisis de situaciones que les permitan tomar las decisiones más acertadas en ámbitos muy diversos como los deportes, la medicina, los negocios, entre otros (OCDE, 2010). La educación matemática de calidad permite de igual manera la formación de capital humano especialista en las disciplinas STEM, lo que repercute en el desarrollo económico de las naciones.

Sin embargo, como muestro en este apartado, el bajo desempeño de los estudiantes en esta asignatura, además de no permitirles desarrollar las competencias y la preparación para afrontar diversas situaciones de la vida, también tiene consecuencias importantes para su desarrollo personal y profesional. Esto es una evidencia de cómo una educación matemática de baja calidad tiene una función selectiva. Es decir, se convierte en un "guardián", que decide a quién se le permite o no perseguir determinados objetivos en la educación o en la profesión (Jurdak et al., 2016; Morgan, 2000), lo cual refleja un problema de acceso y equidad con respecto a una educación matemática de calidad en el SEN.

Como lo explican Jurdak et al. (2016), una forma de atender estos problemas de acceso y equidad a una educación matemática de calidad, es la posibilidad que puede tener el profesor para desplegar una variedad de prácticas posibles, como por ejemplo una instrucción diferenciada, tener altas expectativas de los estudiantes y brindar retroalimentación efectiva, clara y percibida como útil. Entre estas prácticas, considero que la evaluación formativa es esencial para que los profesores puedan ayudar a los estudiantes a superar las dificultades que enfrentan en el estudio de esta ciencia y les faciliten los medios para alcanzar las metas o aprendizajes esperados durante su escolaridad.

Es así que, en la actualidad, la evaluación formativa ha sido aceptada a nivel mundial por la

comunidad educativa y se ha convertido en un tema recurrente en las reformas educativas, sobre todo porque promueve el rendimiento de los estudiantes, la equidad en sus resultados y la competencia “aprender a aprender” (OCDE, 2005). De igual forma, se ha sugerido como una de las mejores alternativas para la evaluación de competencias (Esquivel, 2012). Generalmente se le considera como un sinónimo de la evaluación que llevan a cabo los docentes (Torrance, 1993) y se ha promovido que la adopten como parte de su práctica docente, donde además de valorar el trabajo escrito que generen sus estudiantes, se les requiere que la lleven a cabo en las interacciones que tengan con ellos en el aula.

Capítulo II. Marco Teórico

En este capítulo presento la construcción teórica que da sustento a esta investigación. El capítulo está dividido en cuatro grandes apartados. En el primero de ellos explico el concepto de práctica educativa del profesor de matemáticas que se constituye en el fundamento del aparato teórico y metodológico de la tesis. En el segundo apartado proporciono un panorama de los tres diferentes enfoques que predominan sobre la evaluación del aprendizaje y, de manera particular, abordo el enfoque de la evaluación *para* el aprendizaje. En el tercer apartado profundizo en la evaluación formativa, en donde en primer lugar retomo la evolución de su definición; en segundo lugar, explico las dos principales orientaciones que predominan en la literatura, decantándome por aquella donde se comprende como un proceso; en tercer lugar retomo y adapto el marco conceptual propuesto por Ruiz-Primo (Ruiz-Primo y Brookhart, 2018; Ruiz-Primo y Li, 2013) para el estudio de las prácticas de evaluación formativa informal. En cuarto lugar, describo y analizo el concepto de las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas a partir de sus tres elementos constitutivos —las metas de aprendizaje, el noticing del profesor y los ajustes—, considerando los tres niveles en que se puede conceptualizar la actividad conjunta en el aula. Finalmente, concluyo el capítulo con el modelo teórico que propongo en esta tesis para la caracterización de las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas.

Es importante destacar que las distintas etapas de esta investigación fueron construidas basándose en la teoría. Como señala Sautu (2005), la teoría impregna todo el diseño de la investigación, influenciando las decisiones epistemológicas, teóricas, metodológicas y técnicas. La teoría orienta la selección de métodos, define qué se considera evidencia empírica, guía las observaciones y mediciones, y proporciona modelos para sistematizar y analizar los datos, asegurando que cada etapa del proceso responda adecuadamente a los objetivos de la investigación.

2.1 La práctica docente del profesor de matemáticas desde una perspectiva socio-constructivista

Esencialmente, esta investigación tiene como objeto de estudio la práctica docente de profesores de matemáticas, específicamente aquellos momentos en los que llevan a cabo la evaluación formativa de tipo informal en la interactividad profesor-estudiantes. Este tipo de práctica la defino como práctica de evaluación formativa informal. Para ello, considero fundamental precisar la distinción entre práctica educativa y práctica docente, ya que, aunque el foco está en la práctica docente, retomo elementos de la práctica educativa para comprender los procesos de razonamiento de los profesores en su interacción con los estudiantes.

En primer lugar, parto del concepto de práctica en el mismo sentido que Bazdresch (2000), como una acción intencional y objetiva que se manifiesta en sus productos de significación. Desde

esta perspectiva, la práctica educativa abarca un conjunto más amplio de acciones intencionales cuyo propósito es educar. García-Cabrero et al. (2008) destacan que la práctica educativa no se limita a la enseñanza en el aula, sino que incluye la planificación previa, la interacción en el aula y la reflexión posterior sobre los resultados alcanzados. Estos autores proponen tres dimensiones para analizar la práctica educativa: (1) el pensamiento didáctico del profesor y la planificación de la enseñanza, (2) la interacción educativa dentro del aula y (3) la reflexión sobre los resultados obtenidos. Estas dimensiones son interdependientes y afectan la manera en que los docentes organizan, ejecutan y analizan su enseñanza.

Por otro lado, la práctica docente se distingue como el conjunto de acciones que el profesor desarrolla dentro del aula, particularmente aquellas relacionadas con el proceso de enseñanza y aprendizaje (García-Cabrero et al., 2008). Mientras que la práctica educativa considera aspectos institucionales y contextuales más amplios, la práctica docente se centra en las interacciones que ocurren en el aula y en las decisiones pedagógicas del profesor en ese contexto. En este sentido, la distinción entre práctica educativa y práctica docente es conceptual, pero en la realidad ambas están interconectadas (Schoenfeld, 1998).

Dado el enfoque de esta investigación, en la que analizo las prácticas de evaluación formativa informal en la enseñanza de las matemáticas, adopto la perspectiva de que la práctica docente incluye tanto las acciones observables en el aula como los procesos cognitivos y reflexivos que guían esas acciones. Siguiendo a García-Cabrero et al. (2008), considero que la práctica docente no solo se configura por la interacción en el aula, sino también por la manera en que los docentes interpretan y responden a la información obtenida sobre el aprendizaje de sus estudiantes. En particular, en esta investigación pongo énfasis en los procesos de interpretación y toma de decisiones del docente durante la interacción en clase, ya que estos son clave en la evaluación formativa informal.

Desde una perspectiva cualitativa e interpretativa, busco capturar la complejidad de la práctica docente, incluyendo no solo lo que los profesores hacen en el aula, sino también los significados y razonamientos que subyacen a sus acciones (Bogdan y Biklen, 2006). En este contexto, la evaluación formativa informal se manifiesta en la interacción en tiempo real con los estudiantes, a través de la interpretación inmediata que hace el docente de la información obtenida y de las decisiones que toma en el momento para ajustar su enseñanza. Aunque las reflexiones posteriores pueden influir en la práctica futura del profesor, la evaluación formativa informal se centra en la toma de decisiones que ocurre en el flujo mismo de la interacción en clase. Así, aunque la unidad de análisis de esta investigación es la práctica docente, considero relevante recuperar elementos de la práctica educativa que permitan comprender los procesos de interpretación del profesor sobre su enseñanza y el aprendizaje de sus estudiantes en el contexto del aula.

Stahnke et al. (2016) señalan que en las investigaciones sobre el conocimiento profesional de

profesores de matemáticas, sus creencias afectivo-emocionales, su práctica docente, así como sus desempeños durante la interacción en el aula, se han estudiado principalmente desde dos perspectivas: una cognitiva y una situada. Esto ha llevado a que se genere una dicotomía o desacuerdo paradigmático en la literatura (Depaepe et al., 2013), que se observa en estudios que se enfocan en las disposiciones del profesor –su cognición, sus afectos y sus motivaciones– y en estudios que se centran en su desempeño en situación.

En el contexto de esta discusión resulta necesario definir el conocimiento profesional de los profesores de matemáticas, conocido como conocimiento pedagógico de contenidos (PCK por sus siglas en inglés). Shulman (1987) lo describe como una combinación única de contenido y pedagogía propia de los profesores, y propuso otras categorías de conocimiento, como el contenido, el currículum y el conocimiento de los estudiantes. Depaepe et al. (2013) señalan que hay consenso en la literatura sobre el PCK como un conocimiento especializado para la enseñanza que conecta contenido y pedagogía, con componentes clave como el conocimiento de las incomprendiones de los estudiantes y las estrategias para reorganizar su comprensión.

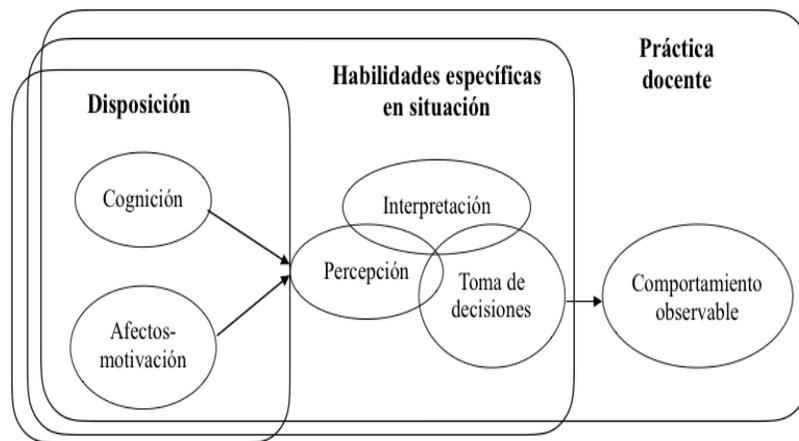
Stahnke et al. (2016) describen dos perspectivas en la investigación sobre el conocimiento del profesor de matemáticas: la perspectiva cognitiva y la situada. La perspectiva cognitiva se enfoca en la medición del conocimiento especializado del profesor, como el PCK, considerándolo una categoría separada del conocimiento del contenido y del pedagógico, y destacando la importancia de las disposiciones de los profesores en la enseñanza. Por otro lado, la perspectiva situada se centra en el uso contextual del conocimiento del profesor, observando su práctica en el aula y retomando marcos de investigación sobre el *expertise* docente. Esta perspectiva reconoce la naturaleza multidimensional de la enseñanza, donde las decisiones del profesor reflejan conocimientos simultáneos de corte matemático y pedagógico, y contempla tanto el conocimiento del contenido como las habilidades necesarias para diseñar y manejar ambientes de aprendizaje y apoyar el discurso en el aula (Schoenfeld y Kilpatrick, 2008).

Depaepe et al. (2013) identifican varias limitaciones en los estudios tanto de la perspectiva cognitiva como de la perspectiva situada sobre el conocimiento del profesor de matemáticas. En la perspectiva cognitiva, señalan que la capacitación docente se limita al fortalecer el PCK sin conectarlo con el contexto del aula, suponiendo un estándar único de PCK sin considerar el contexto socio-histórico, ignorando las interacciones entre diferentes categorías de conocimiento del profesor y desatendiendo aspectos afectivos como la identidad y el cuidado del docente por la materia y los estudiantes. Por otro lado, en la perspectiva situada, mencionan que los estudios con casos únicos generan una comprensión limitada sobre la implementación del PCK, las descripciones del PCK suelen ser vagas debido a la dificultad para distinguirlo de otras categorías de conocimiento, y la observación en sí misma es insuficiente para acceder a las decisiones y justificaciones del profesor, elementos fundamentales del PCK (Depaepe et al., 2013).

Para superar esta dicotomía entre las dos perspectivas y para establecer una relación entre ambas, Stahnke et al. (2016) retoman la propuesta de Blömeke et al. (2015), quienes proponen la competencia del docente de matemáticas como un constructo multidimensional, que conecta las disposiciones del profesor con su práctica observable en el aula a través de habilidades específicas en situación, que incluyen la percepción, interpretación y toma de decisiones de los profesores. La representación gráfica del modelo de Blömeke et al. (2015) se puede consultar en la Figura 1.

Figura 1.

Competencia del profesor modelada como un continuo



Nota. Este modelo muestra las disposiciones y habilidades que influyen en los comportamientos observables de docentes. Tomado de “Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum” por S. Blömeke, J.-E. Gustafsson, y R. J. Shavelson, 2015, *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), p. 5 (<https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>). Copyright 2015 por Hogrefe Publishing.

Como explicaré más adelante, estas tres habilidades se constituyen en elementos esenciales del modelo que propongo en esta investigación para la caracterización de las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas. De manera específica, la percepción e interpretación de los profesores las conceptualizo desde las investigaciones sobre el noticing del profesor de matemáticas que consideran la visión profesional (van Es y Sherin, 2002), mismas que son ubicadas por Stahnke et al. (2016) en esta perspectiva “intermedia” de habilidades específicas en situación.

Debido a que las investigaciones relacionadas con las habilidades específicas en situación se ubican entre el paradigma cognitivo y el paradigma situado de la enseñanza, el enfoque bajo el cual construyo la perspectiva teórica de esta investigación es socio-constructivista (Goos, 2014). El constructivismo permite tener un acercamiento a nivel micro sobre la calidad de la actividad

interpretativa de los individuos, sobre el desarrollo de sus formas de conocimiento, así como también con las formas en las que los individuos constituyen de manera interactiva las normas sociales del aula y las prácticas matemáticas (Cobb, 1994). El hecho de que adopte un enfoque socio-constructivista en esta investigación, no implica el supuesto de que los docentes que participaron en el estudio desplieguen prácticas acordes a este, sino más bien, se constituye como mi visión y mi postura desde las cuales comprendo y estudio las prácticas de evaluación formativa informal.

Como una forma de mostrar esta visión socio-constructivista de la enseñanza, retomo la metáfora del docente de matemáticas como un timonel o como un guía para el descenso de ríos en el sentido que Russ et al. (2011) lo explican. Este tipo de guías se caracterizan porque tienen una amplia experiencia y conocimientos sobre los rápidos, sus tipos, sobre diferentes maniobras y técnicas. Cuando se organiza un viaje, el guía tiene un plan, el cual definió con base en las características del río y de las personas que se subirán a la embarcación. Sin embargo, ya en el momento del viaje, debe tener mucha flexibilidad y debe saber “leer el río”, es decir, saber identificar e interpretar las turbulencias —olas, hoyos, remolinos— para poder responder de manera rápida y efectiva y así llevar a las personas a bordo al lugar esperado. El éxito de un viaje de *rafting* no nada más recae en las capacidades y *expertise* del guía, sino también en el involucramiento que tiene este con los tripulantes, así como en el trabajo en equipo que se lleve a cabo entre todos los que están en la embarcación.

Ya en un contexto educativo, el docente tiene un plan determinado antes de entrar con los estudiantes al aula. Este plan contempla todos los elementos que conforman la sesión —que viene siendo el río— y a los estudiantes. Sin embargo, cuando la clase da inicio, lo que ocurre en el aula con los estudiantes no se puede controlar ni predecir en su totalidad. Es en estos momentos precisos, que el docente, al igual que el guía, tiene que saber “leer” la clase, el contexto y a los estudiantes para poder tomar las decisiones y acciones necesarias que permitan que se lleven a cabo los aprendizajes esperados —el punto final o destino del viaje. El docente no es el único responsable de que se logren estos aprendizajes, sino que es co-partícipe con los estudiantes y se involucra activamente con ellos en cada interacción.

De acuerdo con Russ et al. (2011), las investigaciones que asumen esta conceptualización de la práctica de un profesor, se centran principalmente en las interacciones que ocurren en el aula. De manera particular, los investigadores identifican momentos donde el profesor tomó una decisión sobre cómo proceder con la sesión de clase ante un determinado evento. Los datos para las investigaciones generalmente se obtienen a partir de videograbaciones de las sesiones de clase y/o entrevistas con los profesores, que permiten a los investigadores explorar con más detalle, por ejemplo, los momentos en que se desviaron de sus planeaciones, cómo respondieron ante ideas de estudiantes que no esperaban, o cómo adaptaron una actividad durante la interacción misma con

los estudiantes. Estos últimos puntos son clave para lo que entiendo por evaluación formativa informal y que explico con más detalle en los apartados siguientes.

La metáfora del timonel refleja el paradigma cognitivo y el paradigma situado de la enseñanza (Sherin y Russ, 2014). Por un lado, desde la perspectiva cognitiva, el *expertise* del docente de matemáticas se refleja en sus conocimientos sobre el contenido, sobre los estudiantes, sobre el contexto, entre otros. Por otro lado, desde una perspectiva situada, este mismo *expertise* se deja ver en la forma en que el docente reacciona y opera de manera fluida ante los cambios que se dan en un determinado contexto y en una determinada situación (Russ et al., 2011).

Este supuesto socio-constructivista implica entender al aprendizaje como un proceso de construcción progresiva de sistemas de significados compartidos por parte de los estudiantes (Coll et al., 1992), el cual tiene una naturaleza interpersonal, social y cultural, en el que intervienen tanto factores cognitivos como situacionales y contextuales (Colomina et al., 2014). La enseñanza, por su parte, se entiende como

un proceso de naturaleza social, lingüística y comunicativa, en el que el papel fundamental del profesor es estructurar y guiar la construcción de significados que realizan los alumnos en un entorno complejo de actividad y discurso, ajustando sus ayudas y apoyos en función de cómo los alumnos van realizando esta construcción (Colomina et al., 2014, p. 443).

Ahora bien, cuando se habla de la práctica educativa de un profesor, en la literatura se ha realizado particularmente una distinción entre lo que es propiamente la práctica educativa y lo que es la práctica docente. La práctica docente —o enseñanza, como también me referiré a ella— se refiere a la intervención que lleva a cabo el profesor dentro del aula, que contempla los procesos y relaciones que de ella se generan, obedece a determinados objetivos de formación e incide en el aprendizaje de los estudiantes (García-Cabrero et al., 2008) y, además, como lo mencioné previamente, es una acción intencional, objetiva y observable (Bazdresch, 2000).

La práctica educativa, como lo explica Zabala (2000), no nada más abarca las acciones que lleva a cabo el profesor en el aula con los estudiantes, sino que también considera aquellas que realiza antes y después de su actuación con ellos, las cuales corresponden a la planificación y a la evaluación de los procesos educativos, lo que se llega a denominar como las fases preactiva, interactiva y postactiva de la enseñanza (Jackson, 2001). En este sentido podemos decir que la práctica docente forma parte de la práctica educativa del profesor y, además, que los procesos que lleva a cabo el profesor como parte de su práctica educativa inciden en la práctica docente.

2.2 Análisis de la práctica docente y educativa

Para entender la evaluación formativa informal en la enseñanza de las matemáticas, resulta relevante integrar tanto las perspectivas cognitivas como situadas de la práctica docente. Este

enfoque permite reflejar la naturaleza dinámica de la enseñanza, en la que la planificación, la actuación y la evaluación están interrelacionadas (Zabala, 2000). Desde esta perspectiva, el análisis de la práctica docente en matemáticas no solo abarca las acciones del profesor, sino también las interpretaciones y valoraciones que emergen durante la actividad conjunta en el aula.

El esquema de análisis propuesto busca captar cómo los docentes manejan las disposiciones, interpretaciones y decisiones relacionadas con la evaluación formativa informal. Dado que el objeto de estudio de esta investigación es la práctica docente, la aproximación metodológica se centra en la observación de la interacción en el aula, donde ocurren los momentos clave de la evaluación formativa informal. Para complementar este análisis, retomo elementos de la práctica educativa al incluir entrevistas de estimulación del recuerdo basadas en videos (Depaepe et al., 2013). Si bien estas entrevistas no forman parte del proceso mismo de evaluación formativa informal, permiten recuperar las interpretaciones y reflexiones de los docentes sobre su toma de decisiones en el aula, proporcionando una visión más profunda de los procesos cognitivos involucrados (Clark y Peterson, 2011). Esta triangulación metodológica posibilita un análisis más detallado de cómo los docentes perciben e interpretan la información que obtienen en la interacción con los estudiantes y de qué manera ajustan su enseñanza en tiempo real.

Desde una perspectiva situada, Schoenfeld (2013) propone que el análisis de la enseñanza se realice mediante la identificación de estructuras de actividad, definidas como episodios cortos y coherentes. Estas estructuras reflejan la secuencialidad de las interacciones en el aula y permiten entender mejor cómo se desarrolla la evaluación formativa informal en el contexto del aula. Para captar estas estructuras y la dimensión temporal de la evaluación, se retoma el concepto de interactividad de Coll et al. (1992). Es así que, como parte del esquema de análisis y para identificar estructuras de actividad, se busca reflejar tanto la dimensión temporal de la evaluación formativa informal como la naturaleza interactiva y secuencial del discurso entre el profesor y los estudiantes durante la misma (Furtak et al., 2017).

La interactividad en el aula se refiere a cómo las acciones del profesor y los estudiantes se articulan en torno a un contenido o tarea específica, abarcando tanto las actuaciones individuales como las colectivas. Este concepto permite entender cómo los docentes ajustan sus acciones en tiempo real, basándose en la información obtenida durante la actividad conjunta. Para analizar cómo se desarrollan y ajustan las ayudas educativas en este contexto, el triángulo didáctico — contenido, enseñanza y aprendizaje— resulta fundamental (Coll et al., 1992).

Desde un enfoque metodológico, la interactividad puede analizarse considerando la dimensión temporal de la actividad conjunta, lo cual implica que la unidad básica de análisis se plantea como la secuencia didáctica (SD) (Colomina et al., 2014). Según Coll (como es citado en Coll et al., 1992), una secuencia didáctica se entiende como un "proceso de enseñanza y aprendizaje en miniatura" (p. 192), con objetivos educativos claros, uso de materiales específicos, y acciones de

profesores y estudiantes en torno a esos objetivos. Para que una secuencia de enseñanza-aprendizaje sea analizada como secuencia didáctica, es relevante identificar su inicio, desarrollo y finalización, lo que permite evaluar las acciones de enseñanza en función de las expectativas docentes (Coll et al., 1992).

El análisis de la práctica educativa en esta investigación se aborda desde tres niveles de profundidad: macro, meso y micro, como propone García-Cabrero (2002). Este enfoque amplía la propuesta original de Coll et al. (1992), que planteaba solo dos niveles de análisis: macro y micro. El nivel macro no solo se enfoca en las metas de aprendizaje y la organización de los segmentos de actividad conjunta (SAC), sino también en la articulación de los tres elementos del triángulo didáctico: contenido, actuación del profesor y actuación de los estudiantes (Coll et al., 1992). Este nivel comprende las actividades generales de la secuencia didáctica y su evolución a lo largo del tiempo, proporcionando un mapa que muestra la organización de cada segmento de actividad y su desarrollo en la secuencia (Colomina et al., 2014). Además, se caracteriza cada tipo de segmento de actividad conjunta identificado, lo cual conforma el contexto y el marco para interpretar y situar los resultados de los demás niveles (Colomina et al., 2014).

El nivel meso se centra en los tiempos dedicados a cada tipo de actividad y en las estrategias pedagógicas utilizadas para introducir los temas en el discurso del aula (García-Cabrero, 2002). En este nivel, se pueden identificar las conexiones entre las intenciones docentes, las actividades de aprendizaje y los enfoques pedagógicos empleados, lo que permite un análisis más detallado de la interactividad.

El nivel micro tiene como objetivo analizar cómo se construyen los significados en el discurso del aula. Aquí, la unidad de análisis son las expresiones significativas de los participantes, lo que permite entender cómo se generan los momentos del ciclo de la evaluación formativa informal y cómo el docente responde al trabajo de los estudiantes (Coll et al., 1992; Ruiz-Primo, 2011).

Este nivel micro es importante para caracterizar el carácter responsivo en las prácticas de evaluación formativa informal, ya que permite identificar movimientos del discurso que guían y ajustan la enseñanza en tiempo real (Pierson, 2008). Por ejemplo, hacer preguntas adecuadas, retener comentarios evaluativos o fomentar el análisis del pensamiento de los estudiantes son acciones clave en este nivel, ya que reflejan cómo el docente ajusta la instrucción para facilitar el logro de las metas de aprendizaje (William y Leahy, 2007).

La interactividad, entendida como la articulación continua de las acciones de los participantes en torno a una tarea, se desarrolla y regula mediante normas y reglas del aula. Estas reglas de participación incluyen tanto los aspectos sociales como los específicos de la tarea académica, lo que permite una comprensión más amplia de la organización de la actividad conjunta en el aula (Colomina et al., 2014).

En resumen, el análisis de la práctica docente del profesor de matemáticas en esta investigación

sigue un enfoque de múltiples niveles, considerando los niveles macro, meso y micro. A nivel macro, se analizan las metas de aprendizaje y la organización general de la enseñanza; a nivel meso, se examinan las estrategias pedagógicas y la estructura de la actividad en el aula; y a nivel micro, se estudian los movimientos discursivos y las decisiones que los docentes toman en tiempo real durante la interacción con los estudiantes. Esta aproximación permite comprender cómo los profesores ajustan su enseñanza de manera dinámica en función de la información obtenida en la interactividad del aula. Aunque el análisis de la práctica docente es el foco central de esta investigación, en algunos momentos se retoman elementos de la práctica educativa, particularmente en el análisis de las metas y la organización general de la enseñanza (nivel macro), así como en la exploración de las interpretaciones y razonamientos de los docentes sobre su propia enseñanza. Este marco analítico proporciona una base para interpretar las prácticas de evaluación formativa informal, resaltando su naturaleza situada y secuencial en la enseñanza de las matemáticas. En el siguiente apartado, exploraré las distintas perspectivas sobre la evaluación del aprendizaje, destacando cómo se vincula con la evaluación para el aprendizaje, concepto fundamental en esta investigación.

2.3 La evaluación del aprendizaje desde diferentes enfoques

Para iniciar, retomo la metáfora del docente como guía de *rafting*. Cuando la embarcación ingresa a una parte del río que tiene aguas turbulentas, el guía debe tener toda la capacidad de “leer” el río. Esta expresión da a entender que el guía debe obtener la información necesaria sobre las características del río en ese momento, para poder analizarla y así tomar la mejor decisión y comunicarla al resto de los tripulantes para sacar la embarcación adelante. Se puede decir entonces, que el guía está llevando a cabo una evaluación de la situación que le permitirá tomar la mejor decisión posible.

En el aula, con el docente, ocurre algo similar. Si bien una planeación permite al profesor enfrentar de mejor manera los imprevistos que puedan surgir (Guzmán et al., 2013), el curso de una clase es algo que el docente no puede controlar en su totalidad debido a las diferentes reacciones que pueden tener los estudiantes durante su interacción con el docente, con el contenido o actividad y entre ellos mismos. Es así, que el profesor necesita obtener información sobre el avance de sus estudiantes, que después deberá interpretar para tomar las mejores decisiones para dar seguimiento a la sesión y para apoyar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Es decir, el docente necesita evaluar el progreso de sus estudiantes para tomar decisiones.

Es por estas razones que considero que la evaluación del aprendizaje es un proceso central en la instrucción. Al ser la enseñanza y el aprendizaje dos actividades que se llevan a cabo por actores distintos, no se puede suponer que por el simple hecho de que se lleve a cabo la enseñanza por parte del docente, el estudiante aprenderá como consecuencia. Existen muchos factores que pueden

provocar que las acciones e intenciones del docente no produzcan el aprendizaje esperado, y es entonces la evaluación, la que facilita al docente la información necesaria para entender qué es lo que el estudiante está aprendiendo, cuándo lo está aprendiendo y qué dificultades tiene, y así valorar ese aprendizaje con respecto a las metas o propósitos que tenga planteados. Es por ello que considero que la evaluación del aprendizaje articula los procesos de enseñanza y de aprendizaje y, de manera particular, la evaluación formativa se encuentra en la intersección de la enseñanza y el aprendizaje (Gipps, 1994).

En el ámbito escolar, no se concibe a la evaluación del aprendizaje de una única forma, sino que predominan tres visiones (García-Cabrero et al., 2009): la evaluación de los aprendizajes, la evaluación como aprendizaje y la evaluación para el aprendizaje. En esta investigación, retomo la visión de la evaluación para el aprendizaje. A continuación, explico brevemente en qué consisten los tres enfoques y cómo es que el tercer enfoque está relacionado y se constituye en el fundamento de la evaluación formativa.

De acuerdo con Moreno (2016), la evaluación del aprendizaje es aquella que tiene como propósito la rendición de cuentas, la clasificación de estudiantes o la acreditación de competencias. En este mismo sentido, Harlen (2007a) explica que este tipo de evaluación sirve para determinar el estatus del aprendizaje de los estudiantes con respecto a las metas de aprendizaje a través de diferentes vías –exámenes, tareas o actividades–, la cual es interpretada con respecto a determinados criterios y permite generar reportes válidos y confiables sobre los logros de cada estudiante, que pueden servir para informes públicos.

La evaluación del aprendizaje también se considera una herramienta para determinar lo que los estudiantes han aprendido al final de una instrucción, con el propósito de medir si han alcanzado los estándares esperados (Harlen, 2007a). En el contexto de la educación matemática, este tipo de evaluación se enfoca principalmente en la precisión de respuestas y procedimientos correctos, comúnmente a través de exámenes estandarizados y pruebas sumativas. Esto refuerza un enfoque más procedimental del aprendizaje, limitando la oportunidad de desarrollar un razonamiento conceptual más profundo. Chigonga (2020) señala que la evaluación del aprendizaje en matemáticas tiende a centrarse en resultados cuantitativos, lo cual impacta las decisiones curriculares y de instrucción, favoreciendo la preparación para exámenes en lugar de fomentar una comprensión más integrada y profunda de los conceptos matemáticos. Además, Chigonga enfatiza que este tipo de evaluación puede contribuir a enfoques de enseñanza más rígidos, lo que a menudo implica prácticas que priorizan el cumplimiento de estándares por encima de la exploración de ideas matemáticas alternativas y la resolución de problemas auténticos.

Bajo el enfoque de evaluación como aprendizaje, la evaluación se entiende como un medio para la formación de los estudiantes (Santos, 2014). La evaluación se considera como una estrategia de aprendizaje, la cual permite que los estudiantes, al llevar a cabo el proceso de evaluación de su

propio aprendizaje o del de otros, se acerquen al conocimiento a través de sus experiencias, conocimientos, métodos y procedimientos significativos con la finalidad de avanzar en su desarrollo (García-Cabrero et al., 2009).

Finalmente, la evaluación para el aprendizaje (AfL por sus siglas en inglés) asume la evaluación como un medio para apoyar y promover el aprendizaje de los estudiantes (Moreno, 2016), proporcionando herramientas e información necesarias para que puedan mejorar su desempeño. Según el Assessment Reform Group (Broadfoot y Assessment Reform Group, 2002), la evaluación para el aprendizaje es "el proceso de búsqueda e interpretación de evidencia para uso de los estudiantes y sus profesores para identificar en qué fase de su aprendizaje se encuentran los estudiantes, adónde tienen que llegar y la mejor manera de alcanzar ese punto" (p. 2). De acuerdo con Stobart (2010), este enfoque tiene las siguientes características: (a) uno de sus objetivos principales es facilitar y apoyar el proceso de aprendizaje, haciendo de la evaluación una parte fundamental del mismo; (b) se enfatizan las interacciones en el aula, prestando especial atención al proceso de aprendizaje y a la calidad de las interacciones y relaciones; (c) "adopta un enfoque incrementalista del aprendizaje que resalta el esfuerzo y la mejora de la competencia" (p. 169); y (d) busca la autonomía y la autorregulación de los estudiantes mediante la evaluación de su propio aprendizaje y el diálogo en el aula.

Klenowski (2009) amplía esta visión destacando que la evaluación para el aprendizaje se desarrolla en el contexto cotidiano del aula, donde tanto profesores como estudiantes buscan, reflexionan y responden a la información obtenida en un proceso orientado a mejorar el aprendizaje. La evaluación se entiende como un componente esencial del proceso de enseñanza-aprendizaje, con la retroalimentación y el diálogo reconocidos como elementos clave. Van der Kleij et al. (2015) señalan que los datos para tomar decisiones pedagógicas pueden obtenerse de diversas fuentes, como pruebas escritas, diálogos en el aula, demostraciones, portafolios y autoevaluaciones.

La evaluación para el aprendizaje se ha considerado a menudo sinónimo de evaluación formativa, aunque algunos autores establecen diferencias clave. Stobart (2010) describe a la evaluación para el aprendizaje como parte de la evaluación formativa, enfocada en provocar cambios docentes y curriculares que mejoren el aprendizaje del estudiante. Por otro lado, Black et al. (2004) y Wiliam (2008) distinguen entre ambas, viendo a la evaluación para el aprendizaje como una finalidad, mientras que la evaluación formativa es una función dentro de este proceso. Chigonga (2020) enfatiza que, en matemáticas, la retroalimentación debe ser específica, proactiva y centrada en el razonamiento conceptual para asegurar un entorno inclusivo y un aprendizaje más profundo.

La integración de la evaluación para el aprendizaje en el aula crea un proceso continuo de ajuste y adaptación basado en la evidencia recopilada, permitiendo la alineación de la enseñanza con las

necesidades de los estudiantes (Van der Kleij et al., 2015) Chigonga (2020) destaca que este proceso debe permitir diálogos interactivos y ciclos de retroalimentación constantes, lo que favorece la adaptación inmediata de las estrategias docentes y promueve un aprendizaje más flexible y adaptativo, especialmente en matemáticas. Esto permite que tanto docentes como estudiantes adapten sus acciones según la evidencia recogida, logrando así un proceso de aprendizaje más efectivo y centrado en la mejora continua (Stobart, 2010; Van der Kleij et al., 2015).

2.4 Evaluación formativa

La evaluación formativa ganó reconocimiento internacional tras el meta-análisis realizado por Black y Wiliam (1998a), resumido en su informe *Inside the Black Box: Raising Standards Through Classroom Assessment* (Black y Wiliam, 1998b), donde revisaron 250 publicaciones sobre la relación de la evaluación formativa con el aprendizaje en el aula. Concluyeron que los efectos de la evaluación formativa en el aprendizaje de los estudiantes, con magnitudes de entre 0.4 y 0.7, eran superiores a los de otras intervenciones educativas. Además, sugirieron que los resultados de los estudiantes en pruebas estandarizadas podrían mejorar si se integraba la evaluación formativa como un componente central en la enseñanza. Subrayaron que, aunque los resultados pueden variar según el contexto y el enfoque adoptado, en ninguno de los estudios revisados se reportaron efectos negativos cuando se mejoraba la práctica de la evaluación formativa.

2.4.1 Evolución de la definición.

La evaluación formativa ha sido objeto de un desarrollo conceptual a lo largo de los años, integrando nuevos elementos y adaptándose a diferentes contextos educativos. Como señala Brookhart (2007), la definición de evaluación formativa ha evolucionado, ampliándose conforme se incorporan diversos factores a lo largo de su expansión. El término fue utilizado por primera vez por Scriven (1966) en el marco de la evaluación curricular y de programas, diferenciando entre evaluación formativa y evaluación sumativa. La primera se lleva a cabo durante el desarrollo de un proyecto para mejorar su ejecución, mientras que la sumativa se utiliza para valorar el producto final una vez concluido el proyecto.

Para esta investigación, adopto la definición de evaluación sumativa propuesta por Cizek et al. (2019b), quienes la entienden como un proceso que se realiza al final de una experiencia educativa con el objetivo de medir el conocimiento y las habilidades adquiridas por los estudiantes. De acuerdo con estos autores, se utiliza principalmente para hacer juicios sobre el rendimiento académico y el cumplimiento de objetivos institucionales, mediante herramientas como exámenes finales o reportes de calificaciones. A nivel institucional, también sirve para generar indicadores de rendimiento que permitan evaluar la efectividad de maestros y escuelas. A diferencia de la

evaluación formativa, que busca retroalimentar el aprendizaje en tiempo real, la evaluación sumativa se enfoca en emitir un juicio final sobre el aprendizaje alcanzado.

En los años setenta, Bloom et al. (como son citados en Brookhart, 2007) retomaron el concepto de evaluación formativa, orientándolo al contexto del aprendizaje de los estudiantes. Introdujeron un elemento crucial: el uso de la información por parte de los profesores para mejorar sus decisiones pedagógicas. En su enfoque, la evaluación formativa fue vista como una herramienta para remediar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes, mediante la retroalimentación basada en exámenes escritos, permitiendo al docente implementar medidas correctivas para aquellos estudiantes que no alcanzaban los objetivos (Allal y Lopez, 2005).

Sadler (1989) amplió la definición al considerar no solo lo que los profesores pueden hacer con la información generada por la evaluación, sino también lo que los estudiantes pueden hacer con ella. Estableció una relación clara entre la retroalimentación y la evaluación formativa, señalando que la retroalimentación es esencial para cerrar la brecha entre lo que los estudiantes deben aprender y lo que realmente han aprendido. En este proceso, los estudiantes necesitan comprender el estándar de aprendizaje al que deben aspirar, comparar su desempeño actual con dicho estándar y realizar las acciones necesarias para alcanzar ese nivel.

Black et al. (como son citados en Brookhart, 2007) agregan una dimensión afectiva al concepto de evaluación formativa, destacando que los procesos de evaluación también pueden activar mecanismos cognitivos y emocionales en los estudiantes. De este modo, la evaluación formativa no solo involucra aspectos académicos, sino también la motivación de los estudiantes para aprender, contribuyendo así a una participación más activa en su propio proceso educativo (Brookhart, 2009).

Una de las definiciones más influyentes es la de Black y Wiliam (1998a), quienes afirman que la evaluación formativa comprende: “todas aquellas actividades llevadas a cabo por los docentes y/o por sus estudiantes, que proporcionan información para ser utilizada como retroalimentación para modificar las actividades de enseñanza y aprendizaje en las que ellos se involucran” (p. 8).

Más recientemente, Wiliam (2019) propuso que la evaluación formativa debe verse como un proceso inclusivo, equilibrando principios generales con la especificidad disciplinar. Mientras algunos principios pueden ser aplicables a diversas áreas del conocimiento, los métodos de evaluación formativa deben adaptarse a las particularidades de cada disciplina, lo que permite un ajuste más preciso tanto en la enseñanza como en el aprendizaje.

Cizek et al. (2019b) proponen una definición contemporánea de evaluación formativa que destaca cuatro elementos centrales. Primero, la evaluación formativa es un proceso colaborativo entre docentes y estudiantes, donde ambos comparten la responsabilidad de entender el aprendizaje. Segundo, incluye la autorregulación, donde los estudiantes, a través de la metacognición, toman un rol activo en su progreso. Tercero, esta evaluación debe adaptarse a las particularidades de cada

disciplina, integrando el contenido específico. Finalmente, la evaluación formativa es parte de un sistema más amplio de evaluación planificada, contribuyendo de manera coherente a la mejora del aprendizaje.

A continuación, en la Tabla 1 presento un resumen de la evolución de la definición de la evaluación formativa:

Tabla 1

Evolución de la definición de evaluación formativa

Autor	Año	Contribución clave
Scriven	1966	Primera distinción entre evaluación formativa y sumativa. Enfocada en la evaluación curricular durante el proceso.
Bloom et al.	1970s	Redefinición en el contexto de aprendizaje. Enfocada en el uso de la información para mejorar la enseñanza.
Sadler	1989	Incorporación del uso de la información también por parte de los estudiantes. Relación entre retroalimentación y evaluación formativa.
Black y Wiliam	1998a	Evaluación formativa como retroalimentación que modifica la enseñanza y el aprendizaje. Se amplía para incluir aspectos afectivos.
Cizek et al.	2019	Evaluación formativa como parte de un sistema integral, que incorpora autorregulación, inferencia, y especificidad disciplinar.
Wiliam	2019	Balance entre principios generales y especificidad disciplinar. La evaluación formativa se adapta al contenido específico y al proceso de enseñanza.

Nota. Elaboración propia.

En la definición original de Black y Wiliam (1998a) se enfatiza la evaluación formativa como un conjunto de actividades diseñadas para retroalimentar el aprendizaje dentro del proceso educativo. Sin embargo, esta delimitación ha sido reinterpretada en distintos contextos, particularmente por compañías norteamericanas que desarrollan exámenes estandarizados. A medida que estas empresas incorporaron la evaluación formativa en sus catálogos de productos, su significado comenzó a transformarse, reduciéndola a un conjunto de pruebas diagnósticas aplicadas

en momentos específicos del ciclo escolar. Shepard (como es citada en Cizek et al., 2019b) señala que las presiones de políticas como la *Ley No Child Left Behind* en Estados Unidos impulsaron el desarrollo de "evaluaciones formativas" comerciales, como exámenes diagnósticos o formativos a mitad de año, cuyo objetivo es predecir el rendimiento en las pruebas al cierre del ciclo escolar. Estos productos, aunque pueden cumplir con ciertas necesidades temporales, carecen de una conexión sólida con el currículum y la instrucción, lo que limita su capacidad de proporcionar retroalimentación útil para mejorar el aprendizaje. En lugar de integrarse a un proceso continuo de mejora, estas evaluaciones comenzaron a utilizarse como herramientas de rendición de cuentas, alejando la evaluación formativa de su concepción original.

Frente a esta visión instrumentalizada, la comunidad académica y los educadores reaccionaron promoviendo una redefinición de la evaluación formativa, destacando que esta no debe reducirse a un instrumento ni a un examen, sino entenderse como un proceso continuo de enseñanza y aprendizaje (Bennett, 2011). Esta respuesta ha dado lugar a definiciones que enfatizan el carácter dinámico de la evaluación formativa, como la propuesta por Bell y Cowie (2001), quienes la describen como "el proceso utilizado por los docentes y estudiantes para reconocer y responder al aprendizaje de los estudiantes para fortalecer ese aprendizaje, durante el aprendizaje" (p. 536). En la misma línea, Popham (2009) la define como "un proceso planificado en el que la evidencia de la situación del alumno, obtenida a través de la evaluación, es utilizada bien por los profesores para ajustar sus procedimientos de enseñanza en curso, o bien por los alumnos para ajustar sus técnicas de aprendizaje habituales" (p. 14).

Estas definiciones centradas en el proceso, tienen elementos en común. Una de las grandes ideas que enfatizan es el concepto de ajuste o adaptación. Para los autores que toman esta perspectiva, una evaluación será verdaderamente formativa en cuanto se den como consecuencia acciones cuya finalidad sea satisfacer las necesidades de aprendizaje de los estudiantes o mejorar dicho aprendizaje (Bell y Cowie, 2002; Black y Wiliam, 1998a). En este sentido, estos ajustes se dan a manera de ciclos breves, ya sea dentro de una misma sesión de clase o entre sesiones de clase (Bell y Cowie, 2002; Wiliam y Thompson, como son citados en Bennett, 2010; Wiliam, 2008).

Además, Cizek et al. (2019b) destacan el rol central de la inferencia en la evaluación formativa. Los docentes y estudiantes no solo observan los resultados, sino que también interpretan las respuestas de los estudiantes en contexto, utilizando esta interpretación para planificar los próximos pasos en la instrucción y mejorar el aprendizaje. Esta inferencia se basa en diversas fuentes de información, que deben ser evaluadas y sintetizadas para guiar las decisiones pedagógicas.

En segundo lugar, la mayor parte de las definiciones en esta perspectiva consideran que la evaluación formativa involucra tanto a los estudiantes como a los docentes. Esto significa que los profesores y estudiantes tienen roles específicos durante la misma y los estudiantes también asumen responsabilidades (Cizek et al., 2019b; Ruiz-Primo y Brookhart, 2018; Ruiz-Primo y Li, 2013). Al

participar en el proceso y en las diferentes actividades de la evaluación formativa, los estudiantes obtienen información que pueden utilizar para reflexionar y así mejorar sus estrategias y su aprendizaje, lo que los debe motivar para aprender, atender los elementos centrales de las tareas de aprendizaje y mejorar sus habilidades de autorregulación (Ruiz-Primo y Brookhart, 2018). Por el contrario, si la evaluación formativa recae exclusivamente en el profesor, a los estudiantes no se les confía la gestión de su propio aprendizaje, por lo que difícilmente desarrollarán este tipo de habilidades (Ruiz-Primo y Li, 2013).

Por último, las definiciones centradas en el proceso consideran a la retroalimentación como un componente fundamental en la evaluación formativa. Como mencioné anteriormente, la retroalimentación está relacionada con la información que, ya sea utilizada por el profesor o por el estudiante, permite cerrar la brecha entre las metas de aprendizaje y el estado actual del aprendizaje del estudiante.

Por lo general, en la literatura se concibe a la retroalimentación como comentarios que proporciona el profesor a los estudiantes, bien sea por escrito o de manera verbal durante las interacciones en el aula. Sin embargo, Ruiz-Primo y Brookhart (2018) proponen un concepto más amplio de retroalimentación, el cual no se reduce exclusivamente a comentarios, sino que también se refiere a los movimientos en el desarrollo de la actividad conjunta en el aula que se realizan como consecuencia de la información que se obtiene durante la evaluación formativa, cuyo fin es cerrar dicha brecha.

De acuerdo con Bennett (2011), ambos enfoques, tanto el que se centra exclusivamente en el proceso, como el que considera a la evaluación formativa como una actividad o instrumento, representan una simplificación excesiva de la misma. Este autor argumenta que, aunque los instrumentos estén contruidos de manera cuidadosa y científica, no podrán ser efectivos si no se tiene un proceso adecuado. Por otro lado, aunque se tenga el mejor proceso, este no podría funcionar si no se cuenta con la instrumentación o metodología adecuada que permita alcanzar los fines pretendidos:

El proceso no puede de ninguna manera rescatar una instrumentación inadecuada, ni la instrumentación puede salvar un proceso inadecuado. Una conceptualización fuerte necesita prestar atención cuidadosa a cada componente, así como también a cómo los dos componentes trabajan juntos para proporcionar una retroalimentación útil (Bennett, 2010, p. 7).

Entonces, a la evaluación formativa se le debe considerar como una integración reflexiva tanto del proceso como de la instrumentación (Bennett, 2010). En este sentido, en el contexto del aula, las prácticas de los docentes pasan a formar parte también de lo que se considerará como evaluación formativa (Furtak, Kiemer, et al., 2016), en tanto que estas prácticas permitan obtener evidencia del aprendizaje del estudiante y le proporcionen retroalimentación para ayudarlo a avanzar en ese

aprendizaje.

Como cierre de este apartado, retomo la relación que tiene la evaluación formativa con el aprendizaje. En la literatura se encuentran autores que aseguran que para que una evaluación se considere formativa, se deben evidenciar mejoras en el aprendizaje de los estudiantes, es decir, las acciones que se llevan a cabo como consecuencia de la información obtenida deben ser efectivas. Así, por ejemplo, Wiliam y Black (1996) aseguran que, para tener una función formativa, la evaluación debe proporcionar evidencia, la cual, mediante las interpretaciones apropiadas y referidas a constructos, indica la existencia de una brecha entre el nivel de desempeño real que tienen los estudiantes con respecto a la meta o propósito, y debe llevar a tomar acciones que sean realmente exitosas para cerrar dicha brecha. Estos mismos autores aseguran que, aunque la evaluación tenga una intención formativa, pero al final no tiene el efecto pretendido —es decir, que tenga una función formativa—, entonces no se puede considerar formativa de acuerdo con esta definición.

Sin embargo, un poco más de diez años después, estos mismos autores profundizan en esta relación y proponen una modificación a la definición, la cual es la que adopto en esta investigación:

la práctica en un aula es formativa en la medida en que los maestros, los estudiantes o sus compañeros obtienen, interpretan y usan la evidencia sobre el rendimiento de los estudiantes para tomar decisiones sobre los próximos pasos en la instrucción, que probablemente sean mejores o estén mejor fundamentados, que las decisiones que hubieran tomado en ausencia de la evidencia obtenida (Black y Wiliam, 2009, p. 9).

Black y Wiliam (2009) resaltan algunas características de esta definición. En primer lugar, utilizan la palabra instrucción, que por lo menos en Inglaterra y en Hispanoamérica tiene una connotación de entrenamiento. Sin embargo, en Estados Unidos, la palabra instrucción se refiere a una combinación de la enseñanza y el aprendizaje; de manera particular la instrucción se refiere a cualquier actividad que tenga la intención de generar aprendizaje (Black y Wiliam, 2009).

En segundo lugar, la definición de Black y Wiliam (2009) pone un particular énfasis en las decisiones con una formulación de tipo probabilístico, en lugar de la efectividad en los resultados de aprendizaje, como antes lo habían planteado. Wiliam (2014) explica que, independientemente de la perspectiva que se asuma para explicar el aprendizaje, la relación entre la instrucción y lo que los estudiantes aprenden es compleja; es por esto que, a pesar de una instrucción de calidad y con estudiantes altamente motivados, es imposible predecir lo que van a aprender: “la formulación probabilística (de que es probable que las decisiones sean mejores) también refleja el hecho de que incluso las intervenciones mejor diseñadas no siempre resultan en mejor aprendizaje para todos los estudiantes” (Black y Wiliam, 2009, p. 10). En este mismo sentido, Wiliam (2014) resalta que, debido a la poca previsibilidad del aprendizaje como consecuencia de la instrucción, no se requiere

que las inferencias que se realicen para el ajuste de la instrucción en la evaluación formativa sean correctas, sino más bien, que la evidencia recolectada, la interpretación y decisiones que se tomen, mejoren la probabilidad de que se logren los aprendizajes de los estudiantes.

En tercer lugar, la definición aborda al agente de la evaluación. Para la toma de decisiones, no solo se considera al profesor, sino que también el estudiante y sus compañeros pueden utilizar la información obtenida en la evaluación para llevar a cabo acciones que les permitan mejorar en su aprendizaje. Si bien en esta definición se incluyen a todos los agentes que intervienen en el aula, en esta investigación solamente considero al profesor y a las prácticas que lleva a cabo como parte de la evaluación formativa.

Finalmente, en la definición se requiere que las decisiones que se tomen sean mejores o que estén mejor fundamentadas, que aquellas que se hubieran tomado sin la evidencia recabada durante la evaluación. Esto significa que la instrucción no necesariamente tiene que ser modificada como resultado de la evidencia obtenida (Wiliam, 2014). De acuerdo con Black y Wiliam (2009), la evaluación puede servir como una fundamentación de las decisiones previamente tomadas por el profesor para la instrucción, ya que, por ejemplo, durante la interacción con los estudiantes puede darse cuenta de que la acción que tenía planeada es la mejor opción y la evaluación le proporciona información que corrobore o fundamente dicha decisión.

La adopción de esta definición de evaluación formativa en este trabajo responde también a las dificultades que enfrentan las investigaciones de corte cualitativo del aula en cuanto a la relación entre la enseñanza y el aprendizaje. De acuerdo con lo reportado por Candela et al. (2012), es difícil obtener evidencia del aprendizaje en un momento concreto de la interacción, considerando solamente la evidencia discursiva u otro tipo de evidencias a través de la observación del acontecer del aula; para dar cuenta de este aprendizaje, se requiere dar un seguimiento a la trayectoria de los estudiantes, así como a la historia de al menos una secuencia didáctica. De igual forma, estos autores reportan que debido a que existen otros lugares donde los estudiantes desarrollan aprendizaje, como por ejemplo en su casa, a través de diferentes medios de comunicación e interacción con otras personas, hasta el momento no se ha encontrado la manera de saber hasta qué punto lo que aprenden los estudiantes se puede atribuir a la interacción en el aula, al discurso y a las ayudas que les proporcione el profesor. Finalmente, debido a que “el aprendizaje real depende tanto del tiempo y del lugar como de la trayectoria de vida de todos los participantes, y de la secuencia de acciones que realizan” (Wells, como es citado en Candela et al., 2012, p. 8), no se puede concluir que determinadas formas de enseñanza garanticen determinadas expectativas o metas de aprendizaje.

En conclusión, la evaluación formativa ha evolucionado de ser un mecanismo principalmente correctivo y centrado en los docentes, a un proceso colaborativo en el que tanto estudiantes como docentes juegan un rol activo en la mejora continua del aprendizaje. Este proceso no solo incluye

la identificación de fortalezas y áreas de mejora, sino también el desarrollo de habilidades de autorregulación por parte de los estudiantes, y se enmarca en un sistema integral de evaluación. Al integrar elementos disciplinares y metacognitivos, la evaluación formativa se adapta a las necesidades específicas del contexto educativo, permitiendo una retroalimentación constante y ajustada al aprendizaje. De este modo, la evaluación formativa se consolida como una herramienta esencial para apoyar el aprendizaje, la autonomía del estudiante y la mejora de los procesos de enseñanza en diversas disciplinas.

2.4.2 La evaluación formativa como proceso cíclico.

La evaluación formativa ha sido conceptualizada de dos maneras principales: como un conjunto de actividades y como un proceso cíclico. Desde el enfoque de actividades, se identifican cinco estrategias clave (Andersson y Palm, 2017; Wiliam, 2011; Wiliam y Leahy, 2007): (a) clarificar y compartir intenciones de aprendizaje y criterios de éxito; (b) usar discusiones, actividades y tareas para obtener evidencia del aprendizaje; (c) proporcionar retroalimentación que promueva el progreso; (d) activar a los estudiantes como recursos de instrucción entre ellos; y (e) fomentar la autogestión del aprendizaje, que implica aspectos como la metacognición y la autoevaluación (Black y Wiliam, 2009).

Por otro lado, al entender la evaluación formativa como un proceso, se la describe como un ciclo que consta de cuatro componentes: establecer metas de aprendizaje, obtener información sobre el estado actual del aprendizaje, interpretar esa información y realizar acciones que cierren la brecha entre el estado actual y lo pretendido (Bell y Cowie, 2002; Goos, 2014; Wiliam, 2008). La característica distintiva de este enfoque respecto a la evaluación sumativa es la capacidad del docente para realizar ajustes inmediatos basados en la evidencia del aprendizaje.

En este ciclo, un aspecto fundamental es la habilidad del docente para interpretar señales espontáneas del aprendizaje de los estudiantes durante las interacciones en clase. Furtak et al. (2016) se refieren a este proceso como *noticing*, que implica la habilidad del docente para percibir, reconocer e interpretar detalles del comportamiento, verbalizaciones y acciones de los estudiantes que no han sido planificados de antemano, pero que ofrecen información valiosa sobre su comprensión y progreso. El *noticing* va más allá de observar superficialmente; requiere una interpretación rápida y precisa que permita al docente ajustar la instrucción en tiempo real, respondiendo de manera inmediata a las necesidades emergentes del alumnado. Este enfoque requiere que los docentes sean sensibles a momentos inesperados que pueden generar oportunidades clave para el aprendizaje, lo que a su vez favorece una enseñanza adaptativa y receptiva. Esta capacidad de respuesta del docente se le conoce con el término *responsiveness* (Cowie et al., 2018).

Los ciclos de evaluación formativa están estrechamente ligados al concepto de

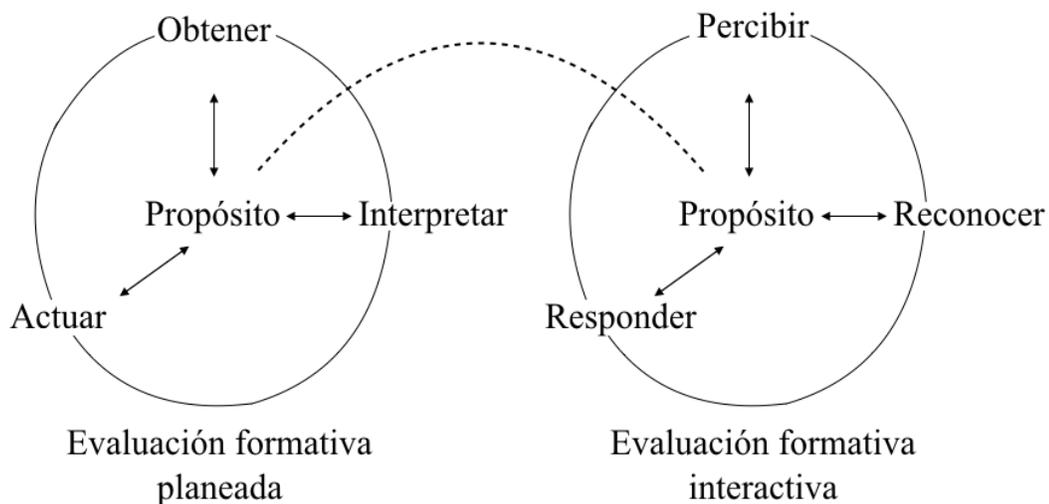
retroalimentación, definido por Ramaprasad y Sadler (Hattie y Timperley, 2007; Ruiz-Primo y Brookhart, 2018). La retroalimentación efectiva implica que el estudiante conozca las metas, compare su desempeño actual con ellas y actúe para cerrar la brecha. Estas etapas se traducen en preguntas clave como: ¿Hacia dónde va el estudiante?, ¿Dónde se encuentra?, y ¿Cómo puede llegar a la meta? (Hattie y Timperley, 2007; Wiliam y Leahy, 2007).

La evaluación formativa como proceso cíclico puede tener duraciones y frecuencias variables (Andersson y Palm, 2017). El tiempo que tarda el docente en ajustar la instrucción después de obtener información sobre el aprendizaje puede variar desde segundos o minutos, en los llamados microciclos (Furtak, Thompson, et al., 2016), hasta ciclos más largos que abarquen toda una clase o secuencia didáctica. Estos microciclos permiten intervenciones inmediatas, promoviendo una enseñanza responsiva a las necesidades emergentes de los estudiantes.

En cuanto al nivel de formalidad, la evaluación formativa puede clasificarse en dos tipos: planeada o interactiva. Bell y Cowie (2001), pioneros en la educación en ciencias, proponen un modelo dicotómico que se puede consultar en la Figura 2. Este modelo clasifica la evaluación formativa como planeada, cuando el docente define con antelación las actividades para obtener información del aprendizaje del grupo, o interactiva, que surge durante las interacciones en tiempo real en el aula. La evaluación formativa planeada recoge evidencia mediante actividades formales y estructuradas, mientras que la interactiva ocurre de manera espontánea y suele dar lugar a respuestas inmediatas, dirigidas a individuos o pequeños grupos.

Figura 2.

Modelo cíclico de evaluación formativa



Nota. Este modelo cíclico contempla la evaluación formativa planeada e interactiva, así como sus relaciones. Tomado de *Formative Assessment and Science Education* (p. 91), por B. Bell y B. Cowie, 2002, Kluwer Academic Publishers.

Esta dicotomía ha sido ampliada por autores como Ruiz-Primo y Shavelson, quienes proponen un continuo entre la evaluación formativa formal e informal (Ruiz-Primo y Brookhart, 2018; Shavelson et al., 2008). Estos autores identifican tres formas de evaluación formativa: sobre la marcha, planeada para la interacción e integrada en el currículo. Estas formas varían según el grado de planificación y el momento en que se recolecta e interpreta la evidencia.

Para esta investigación, asumo el enfoque de la evaluación formativa como proceso, con especial énfasis en la evaluación formativa informal. Si bien el análisis de actividades es útil, no ofrece suficiente detalle para comprender cómo los docentes de matemáticas razonan y toman decisiones en tiempo real para apoyar el aprendizaje.

2.4.3 Marco para la caracterización de prácticas de evaluación formativa.

Ruiz-Primo, a partir de un proyecto enfocado en la evaluación formativa en aulas de ciencias y matemáticas, propone un marco conceptual para sistematizar y analizar prácticas de evaluación formativa, así como para caracterizar episodios específicos en el aula (Ruiz-Primo y Brookhart, 2018; Ruiz-Primo y Li, 2013). Este marco se estructura en torno a cuatro componentes clave: los ciclos o episodios de evaluación formativa, la formalidad de las prácticas, la participación social entre docentes y estudiantes, y el contexto en que se desarrollan estas prácticas (Ruiz-Primo y Brookhart, 2018).

A continuación, explico estos componentes y su relación con la conceptualización de la práctica educativa en matemáticas que se asume en este trabajo. Asimismo, detallo las adaptaciones realizadas para construir el modelo teórico y metodológico que permitirá caracterizar las prácticas de evaluación formativa informal, objeto de estudio de esta investigación.

En línea con lo anteriormente mencionado y con la concepción de la práctica educativa en matemáticas discutida previamente, los elementos centrales del marco propuesto por Ruiz-Primo son los siguientes (Ruiz-Primo y Li, 2013):

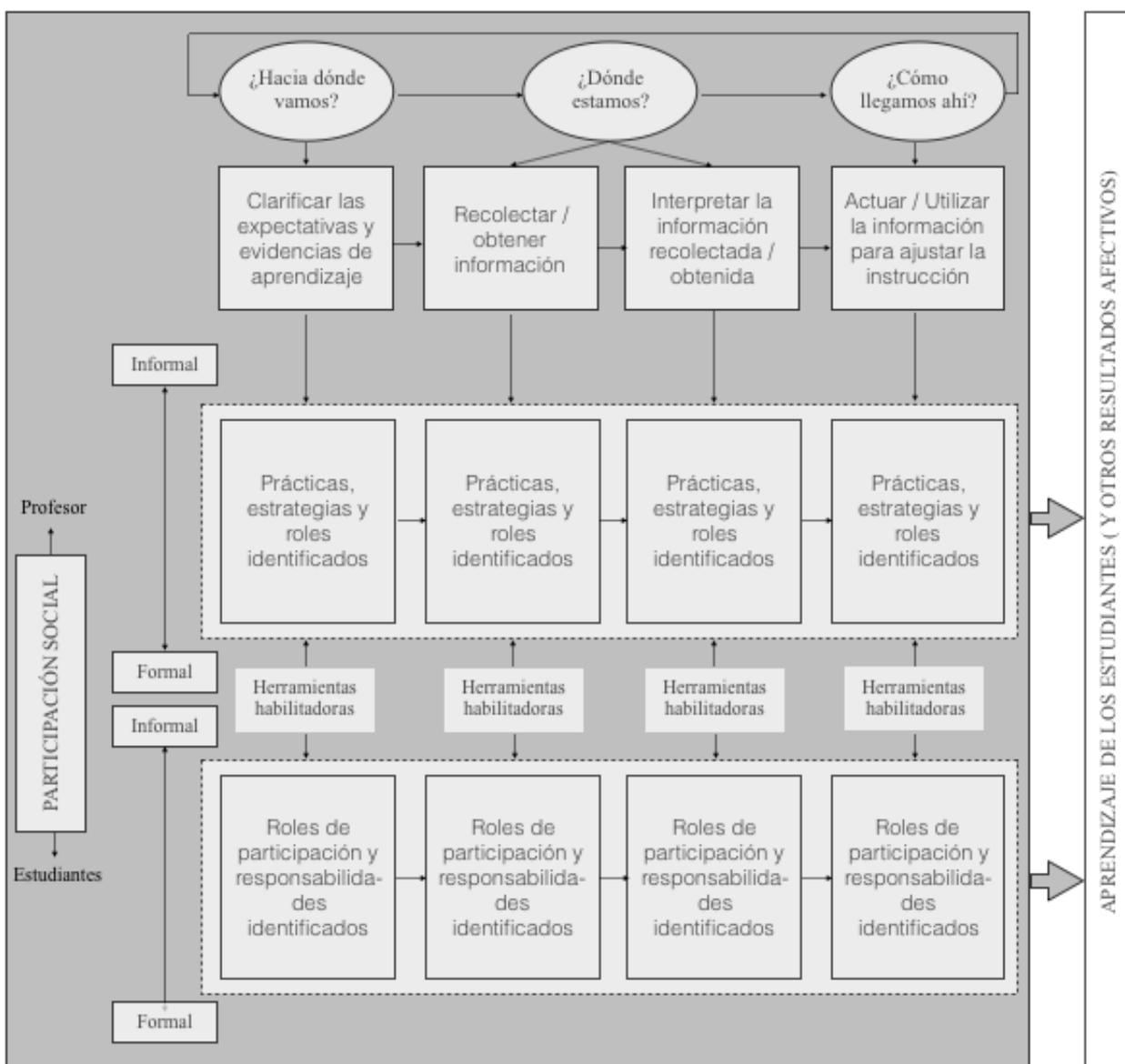
- Oportunidades potenciales para la evaluación: La vida diaria en el aula está llena de momentos que pueden ser aprovechados para recolectar evidencia sobre el aprendizaje de los estudiantes, lo que permite a los docentes ajustar la instrucción de forma pertinente.
- Naturaleza social del aprendizaje: El aprendizaje de los estudiantes es un proceso intrínsecamente social, vinculado al contexto en el que ocurre. La evaluación formativa, en este sentido, también está condicionada por el entorno de aprendizaje.
- Interacciones complejas entre docente y estudiantes: Las prácticas de evaluación formativa se centran en las interacciones entre los actores del aula, mediadas por herramientas simbólicas y materiales, a través de las cuales se recolecta evidencia y se realizan ajustes a la enseñanza.

- Responsabilidad compartida: La evaluación formativa no es exclusivamente una labor del docente; los estudiantes también tienen un rol activo en el proceso.
- Evaluación como proceso continuo: La evaluación formativa no debe entenderse como un conjunto de actividades esporádicas, sino como un proceso que ocurre de manera continua en la dinámica del aula.

La representación gráfica de este marco se muestra en la Figura 3. En ella se reflejan las cuatro actividades del ciclo de evaluación formativa propuesto por Bell y Cowie (2002): clarificar las expectativas de aprendizaje, recolectar información, interpretar la información obtenida y actuar para ajustar la instrucción. Estas actividades, derivadas de las preguntas de Ramaprasad y Sadler, ocurren de manera cíclica y son representadas mediante flechas en forma de circuito.

Figura 3.

Representación gráfica del marco conceptual de evaluación formativa



Nota. Marco conceptual para analizar prácticas de evaluación formativa en el aula. Tomado de *SAGE Handbook of Research on Classroom Assessment* (p. 222) por M.A. Ruiz-Primo y M. Li, 2013, SAGE.

Un conjunto de estas actividades conforma lo que Ruiz-Primo define como un Episodio de Evaluación Formativa (EEF) (Ruiz-Primo y Li, 2013). Para que se considere un episodio completo, deben ocurrir las cuatro actividades, aunque no es indispensable comunicar siempre las metas de

aprendizaje, ya que estas están implícitas en cualquier tarea. Si falta alguna de estas actividades, particularmente la interpretación o las acciones subsecuentes, se considera que las prácticas de evaluación formativa se están implementando de manera deficiente (Ruiz-Primo y Li, 2013).

Cada una de las actividades del ciclo de evaluación formativa se despliega a través de prácticas y estrategias específicas, las cuales determinan los roles que asumen tanto los docentes como los estudiantes, en consonancia con las normas de interacción en el aula. Este concepto de interactividad, abordado previamente, describe cómo la actividad conjunta en el aula se organiza alrededor de tareas de aprendizaje, con roles claramente definidos para los actores involucrados (Colomina et al., 2014).

En el modelo de Ruiz-Primo, la formalidad de la evaluación formativa varía para docentes y estudiantes. Para los docentes, esta formalidad depende de dos dimensiones: la planeación y la formalidad de las estrategias (Ruiz-Primo y Li, 2013). La planeación involucra decisiones sobre el tipo de información a recolectar, la precisión requerida y el momento en que se obtendrá. La formalidad de las estrategias hace referencia al tipo de mecanismos empleados para evaluar, que pueden ir desde observaciones informales hasta exámenes escritos.

Para los estudiantes, la formalidad se define por dos dimensiones: el grado de inclusión (la cantidad de estudiantes que participan) y la formalidad de su participación, que puede variar desde levantar la mano en clase hasta proporcionar comentarios a través de un instrumento formal de evaluación (Ruiz-Primo y Li, 2013). Es importante señalar que, aunque la formalidad de la evaluación formativa y la participación social están interrelacionadas, no se determinan mutuamente (Ruiz-Primo y Li, 2013). Por ejemplo, una conversación informal entre estudiantes, dirigida de manera mínima por el docente, puede ser una forma efectiva de evaluación formativa informal.

Este marco resulta valioso para un análisis sistemático de las prácticas de evaluación formativa y los episodios que ocurren en el aula. Ayuda a comprender cómo los docentes obtienen y procesan la información sobre el aprendizaje de los estudiantes, así como las estrategias que emplean para cerrar la brecha entre el estado actual y las metas de aprendizaje.

En esta investigación, retomo el marco de Ruiz-Primo para caracterizar las prácticas de evaluación formativa informal en profesores de matemáticas. Los elementos fundamentales —prácticas, roles y responsabilidades, y herramientas habilitadoras— derivados del ciclo de evaluación formativa (Figura 3) son esenciales para entender la organización de la actividad conjunta en el aula y la interactividad que en ella se refleja. Los episodios de evaluación formativa, considerados dentro de los segmentos de esta actividad conjunta, se analizan en función de los cuatro momentos del ciclo.

Dado que la actividad en el aula se puede analizar en diferentes niveles de profundidad, los cuatro momentos del ciclo se pueden observar en un nivel macro, meso y micro, lo cual se ilustra

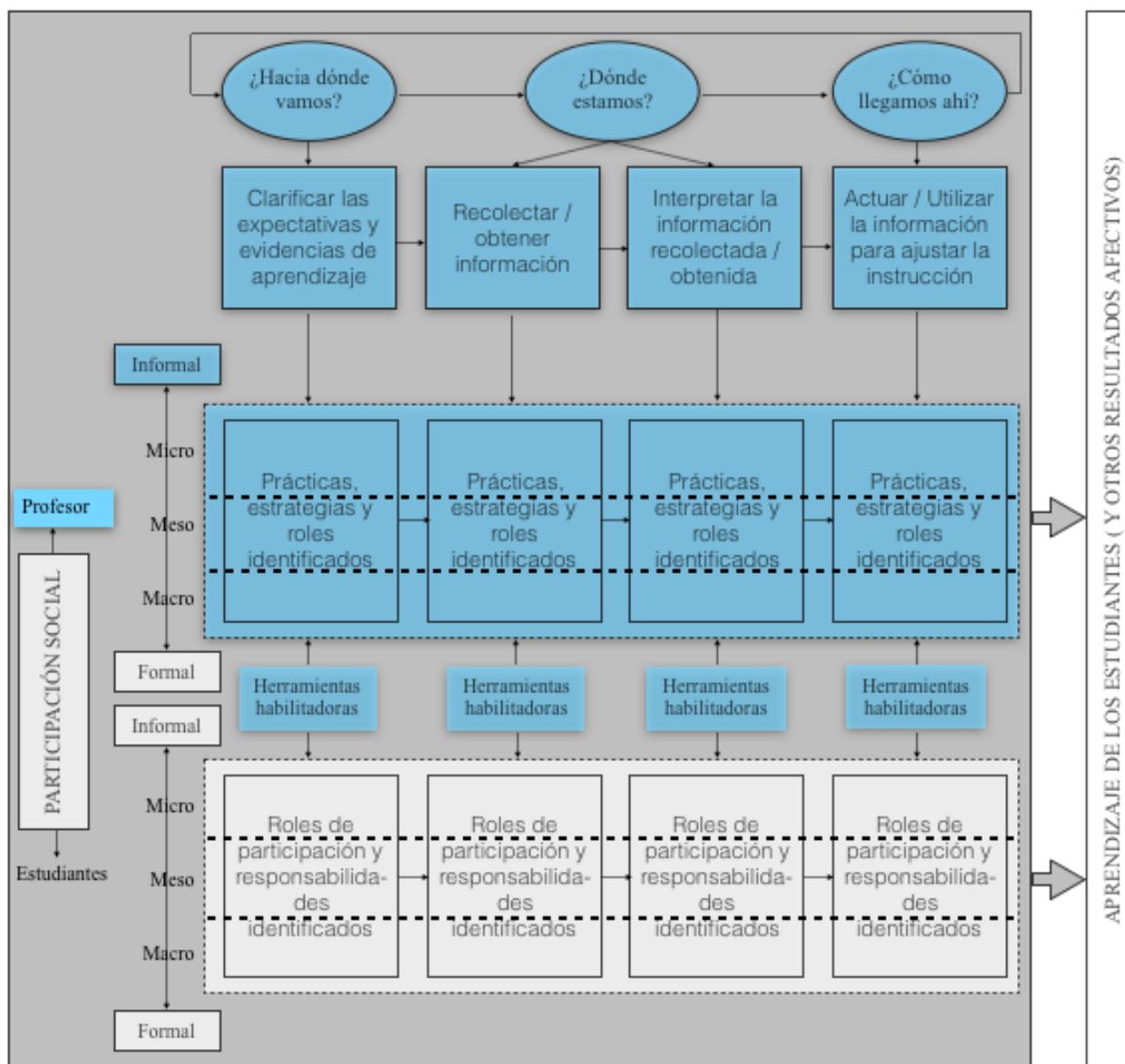
en la Figura 4. En esta figura, se destacan en color azul los elementos clave para la caracterización de las prácticas de evaluación formativa informal, que son el foco de esta investigación.

Por último, la evaluación formativa a nivel micro en el aula, denominada en la literatura como conversaciones de evaluación (Ruiz-Primo, 2011; Ruiz-Primo y Furtak, 2006, 2007), no puede ser planificada con antelación y ocurre en función del desarrollo de las interacciones en clase. A este nivel, la evaluación formativa es eminentemente informal.

Con base en todo lo explicado, defino a la práctica de evaluación formativa informal como todas aquellas acciones intencionales, conscientes y observables no planeadas, que llevan a cabo los profesores de forma cíclica en la interactividad docente-estudiantes y que tienen la finalidad de obtener evidencia sobre el estado actual del aprendizaje; esta información es interpretada por los docentes para después realizar acciones o ajustes en la instrucción, que ayuden a satisfacer las necesidades de aprendizaje de sus estudiantes y que sean mejores o que estén mejor fundamentadas, que aquellas decisiones que hubieran tomado en ausencia de dicha evidencia.

Figura 4.

Elementos para la caracterización de prácticas de evaluación formativa informal



Nota. Elementos del marco conceptual para analizar prácticas de evaluación formativa informal. Adaptado de *SAGE Handbook of Research on Classroom Assessment* (p. 222) por M.A. Ruiz-Primo y M. Li, 2013, SAGE.

2.5 Evaluación formativa informal en matemáticas

Bell y Cowie (2002) distinguen las acciones del ciclo de evaluación formativa interactiva como cualitativamente diferentes de las de la evaluación planeada. Estas acciones ocurren rápidamente, no suelen registrarse (Ruiz-Primo, 2011) y dependen de momentos de contingencia en clase

(William y Leahy, 2007), donde la respuesta del docente varía según lo que los estudiantes hacen o dicen.

En las investigaciones recientes sobre educación matemática, el concepto de *teacher noticing* ha adquirido un rol central, describiéndose como un conjunto de procesos mentales que incluyen la percepción, interpretación y toma de decisiones del docente en respuesta a los eventos en el aula (Weyers et al., 2024). Esta capacidad permite a los profesores de matemáticas observar de manera eficiente lo que sucede en el aula y actuar en consecuencia, lo que resulta importante en la implementación de la evaluación formativa informal, donde las respuestas rápidas a las interacciones emergentes determinan la efectividad de la enseñanza (van Es y Sherin, 2002).

El noticing ha sido fundamental para estudiar las competencias del docente de matemáticas, particularmente su capacidad para observar, interpretar y tomar decisiones en el aula (van Es y Sherin, 2006). Aunque no existe un consenso sobre los componentes específicos del noticing (Criswell y Krall, 2017), se han identificado tres conceptualizaciones principales: (1) percepción de eventos relevantes, (2) interpretación de esos eventos y (3) acciones derivadas de esa interpretación (M. G. Sherin, R.S. Russ, et al., 2011; Stahnke et al., 2016).

El enfoque más simple de noticing se centra únicamente en lo que el docente percibe, es decir, en qué eventos decide prestar atención o ignorar (M. G. Sherin, R.S. Russ, et al., 2011). Este enfoque, adoptado por Bell y Cowie (2002), ha sido criticado por su dificultad para separar la percepción de la interpretación y por la idea de que el docente actúa de manera pasiva (Sherin y Star, 2011). Sin embargo, investigaciones más recientes sostienen que el noticing es un proceso activo, influenciado por el conocimiento y las expectativas del docente (Sherin y Star, 2011). De acuerdo con estos mismos autores:

El maestro no solo ve; sino que mira activamente. Además, y aún más profundamente, el maestro no está separado de la confusión floreciente y ruidosa. Él es parte de estos eventos y puede tomar un papel activo en la configuración de lo que ocurre; él puede dar forma al mundo de los eventos del aula, de tal forma que le proporcionen ciertos tipos de observaciones (Sherin y Star, 2011, p. 73).

Además de ser una habilidad perceptiva, el noticing está ligado a las competencias profesionales del docente, como el conocimiento sobre las progresiones de aprendizaje y sus creencias pedagógicas. Estas competencias influyen en las interpretaciones y decisiones del docente en el aula, lo cual es fundamental para la evaluación formativa informal, que requiere respuestas rápidas y efectivas a las necesidades emergentes de los estudiantes (Blömeke et al., 2022; Weyers et al., 2024).

El segundo enfoque del noticing incluye la interpretación de los eventos observados, fundamentándose en el concepto de "visión profesional" de Goodwin (1994), que describe cómo

los docentes interpretan selectivamente los eventos en función de su conocimiento (M. G. Sherin, R.S. Russ, et al., 2011). En este sentido, los docentes expertos muestran una mayor capacidad para percibir y responder eficazmente a los eventos clave en el aula, lo que se traduce en una mejor calidad de enseñanza y mejores resultados de aprendizaje (Bastian et al., 2022; Weyers et al., 2023).

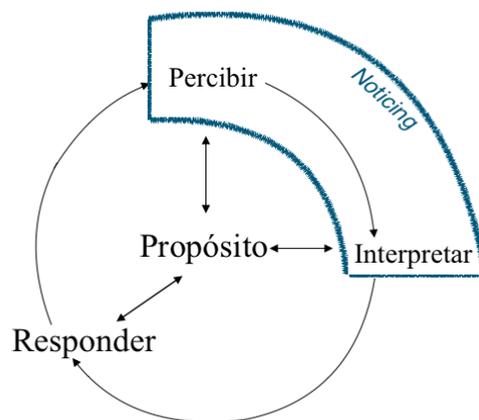
El tercer enfoque, más comprensivo, incluye la percepción, interpretación y las acciones resultantes del docente (Jacobs et al., 2010). Este enfoque, conocido como *responsive teaching*, resalta cómo el docente adapta su instrucción a las ideas matemáticas de los estudiantes, priorizando sus razonamientos por encima de las actividades previamente planeadas (Robertson et al., 2016). Este tipo de enseñanza responsiva ha sido conceptualizado como una forma específica de evaluación formativa informal (Furtak, Thompson, et al., 2016), donde el noticing juega un papel importante al permitir al docente tomar decisiones pedagógicas inmediatas (Weyers et al., 2024).

Aunque las investigaciones demuestran que la enseñanza responsiva es una de las mejores prácticas para fomentar el aprendizaje, también evidencian que los docentes no desarrollan esta habilidad de manera natural y requieren formación específica para dominarla (Empson y Jacobs, 2008; M.G. Sherin et al., 2011).

Como expliqué en el capítulo anterior, esta investigación vincula los conceptos de evaluación formativa interactiva de Bell y Cowie (2002), la evaluación formativa informal de Ruiz-Primo (2013) y el *teacher noticing*. En particular, utilizo la definición de noticing desde la visión profesional, propuesta por van Es y Sherin (2002). La evaluación formativa informal se conceptualiza como ciclos de percepción e interpretación de evidencia, donde el noticing actúa como el medio que facilita estos procesos. Esta visión se refleja en la Figura 5, que ilustra cómo se lleva a cabo la evaluación formativa informal en el aula.

Figura 5.

Ciclo de evaluación formativa informal y el noticing



Nota. Ciclo que considera a la percepción e interpretación del docente como noticing. Elaboración propia.

En resumen, el *teacher noticing* ha emergido como un componente esencial de la competencia profesional del docente de matemáticas, permitiendo una enseñanza más responsiva y ajustada a las necesidades inmediatas de los estudiantes. La capacidad de percibir e interpretar las ideas de los estudiantes en tiempo real se ha convertido en una práctica central para la evaluación formativa informal y para el diseño de intervenciones pedagógicas que promuevan el aprendizaje significativo (Blömeke et al., 2022; Weyers et al., 2024).

2.5.1 Metas de aprendizaje durante la evaluación formativa informal.

Las metas de aprendizaje se refieren a aquellas aseveraciones que reflejan lo que se busca que los estudiantes aprendan. En el medio educativo se les llega a denominar de diversas formas, por ejemplo, objetivos, propósitos o intenciones de aprendizaje, y representan tanto el inicio como el producto final de la planeación del profesor (Hattie et al., 2017). Las metas de aprendizaje que define el profesor dictan la naturaleza de la evidencia que él recolecta como parte de la evaluación, y esto a su vez sugiere el tipo de experiencias de aprendizaje y acciones que propone para ayudar a sus estudiantes en su aprendizaje (Bennett, 2011).

Las metas de aprendizaje formuladas por un profesor pueden orientarse a distintos tipos de aprendizaje. En matemáticas, Hattie et al. (2017) identifican tres fases para el aprendizaje: superficial, profundo y de transferencia. El aprendizaje superficial implica la introducción de nuevas ideas y la comprensión conceptual inicial. La fase profunda se centra en la consolidación y conexión de conceptos, promoviendo la colaboración y el uso del lenguaje académico. Finalmente,

la fase de transferencia se enfoca en aplicar el conocimiento a situaciones nuevas con mínima asistencia del docente.

De acuerdo con Hattie et al. (2017), el logro de los aprendizajes en los estudiantes está asociado con la claridad en las metas de aprendizaje y la incorporación de una combinación de tres fases en un proceso en espiral. En este sentido, estos autores plantean que, en primer lugar, suele ocurrir el aprendizaje superficial y, hacia el final, el aprendizaje de transferencia, mientras que la combinación de estas tres fases varía según las intenciones del profesor. Además, señalan que estas fases pueden presentarse a lo largo de todo el año escolar, en una secuencia didáctica o dentro de una misma clase (Hattie et al., 2017).

Las metas de aprendizaje en matemáticas, dentro del contexto del noticing del profesor, pueden contribuir a una enseñanza que se adapte a la evidencia del aprendizaje de los estudiantes en tiempo real. Esto puede implicar también un ajuste y reformulación de las metas de aprendizaje de forma inmediata para responder a las necesidades específicas de los estudiantes (Weyers et al., 2024). Algunos estudios sugieren que este ajuste continuo de la instrucción favorece un enfoque en el desarrollo del razonamiento de los estudiantes y en la aplicación del conocimiento en nuevos contextos, en lugar de centrarse únicamente en la reproducción de respuestas correctas (Furtak, Thompson, et al., 2016; Robertson et al., 2016).

En este mismo sentido, los ajustes que las metas de aprendizaje pueden sufrir como resultado de la interacción docente-estudiantes en el aula durante la evaluación formativa informal, pueden tener diferentes formas. Por ejemplo, en el estudio de Bell y Cowie (2002), se reconocen dos tipos: uno tiene que ver con el refinamiento de propósitos a corto plazo como respuesta a lo que interpretaban sobre el entendimiento de los estudiantes. Esto ocurre cuando un docente se da cuenta de que los conocimientos previos de los estudiantes no permiten realizar las actividades de aprendizaje planeadas, lo que lo lleva a reconsiderar sus propósitos. El segundo ajuste está relacionado con el retraso de los propósitos, asociado a que los estudiantes no hayan alcanzado metas de aprendizaje previamente contempladas.

Para que un estudiante avance en su aprendizaje, no solo es relevante que sepa hacia dónde va y qué necesita aprender, sino también que identifique las cualidades de su trabajo y desempeño que indiquen que está alcanzando la calidad esperada y que está progresando hacia la meta de aprendizaje (Hattie et al., 2017; Moss y Brookhart, 2012; Wiliam y Leahy, 2007). Estas cualidades se definen como criterios de éxito, y su utilidad está relacionada con que sean específicos, comprensibles, visibles, observables y medibles (Moss y Brookhart, 2012). Los criterios de éxito pueden facilitar la comunicación de las metas de aprendizaje, proporcionando elementos para responder a la pregunta: “¿Cómo saber que los estudiantes alcanzaron la meta de aprendizaje?” (Hattie et al., 2017; Moss y Brookhart, 2012).

La definición de metas de aprendizaje y de criterios de éxito, especialmente en el contexto de

la evaluación formativa, implica que el profesor tenga una comprensión profunda de estos conceptos (Sadler, 1989). Esta comprensión está relacionada con un conocimiento profundo de las matemáticas como disciplina y con un conocimiento pedagógico de contenido sólido. Durante la evaluación formativa, los profesores pueden beneficiarse de conocer qué acciones tomar en respuesta a la evidencia recolectada y de tener claridad sobre cómo progresa el aprendizaje en un campo de conocimiento. Identificar las habilidades previas necesarias para una meta específica, cómo se ve un buen desempeño y cómo fomentar el desarrollo de la habilidad y la comprensión desde el nivel actual de los estudiantes puede contribuir a una mejor toma de decisiones en el aula (Heritage et al., 2009).

Heritage et al. (2009) aseguran que no basta con definir una posible progresión para el aprendizaje, sino que es relevante contar con un dominio disciplinar profundo de esa progresión. Este dominio puede contribuir a la definición de criterios de éxito para las metas de aprendizaje en la evaluación formativa informal, ya que permite al profesor saber cómo se ve un buen desempeño y, por lo tanto, también cómo no se ve.

En relación con la asignatura de matemáticas, Hattie et al. (2017) explican que, si un profesor propone como meta de aprendizaje que los estudiantes apliquen su conocimiento para resolver determinados tipos de problemas, es útil especificar criterios de éxito claros que permitan al estudiante reconocer si lo está haciendo correctamente. Sin embargo, si el criterio de se limita a obtener la respuesta correcta, esto puede llevar a que en el aula tanto el profesor como los estudiantes se enfoquen en las respuestas en lugar de comprender el nivel de entendimiento conceptual del estudiante (Hattie et al., 2017).

De acuerdo con Ruiz-Primo y Brookhart (2018), cuando el docente tiene claridad con respecto a las metas de aprendizaje de la secuencia didáctica, es más fácil llevar a cabo prácticas como: (a) compartir las metas, expectativas y criterios de éxito con los estudiantes; (b) ayudar a los estudiantes a reconocer la brecha entre su estado actual y la meta a conseguir; (c) determinar la información necesaria para avanzar; (d) utilizar las mejores estrategias para obtener dicha información; (e) identificar el tipo de información relevante y los criterios para evaluar el avance; y (f) proporcionar retroalimentación significativa.

La definición de metas de aprendizaje para la secuencia didáctica, así como su comunicación de manera clara a los estudiantes, contribuyen al aprendizaje y a su mejora durante la evaluación formativa (Hattie et al., 2017; Moss y Brookhart, 2012; Ruiz-Primo y Brookhart, 2018). Sin embargo, la comunicación de metas de aprendizaje no significa que el profesor simplemente las mencione de forma oral (Moss y Brookhart, 2012; Ruiz-Primo y Brookhart, 2018), sino que implica que los profesores utilicen diferentes estrategias durante el ciclo de la evaluación formativa para asegurarse que los estudiantes reconocen, entienden y están orientados hacia lo más importante que se debe aprender en la clase (Moss y Brookhart, 2012).

En un estudio llevado a cabo por Moss et al. (2013), identificaron que los profesores con un buen dominio de la evaluación formativa tienen las siguientes prácticas con respecto a las metas de aprendizaje: (a) comparten las metas de aprendizaje y los criterios de éxito no solo de forma oral, sino a través de diferentes medios, como ejemplos de actividades, modelación de respuestas deseadas, rúbricas descriptivas, entre otros; (b) comunican la importancia del conocimiento o habilidad que están por desarrollar durante la explicación de la meta de aprendizaje; (c) comparten las metas de aprendizaje antes, durante y después de la clase; (d) utilizan diversas formas para que los estudiantes comprendan las metas de aprendizaje y para ayudarlos a aplicar los criterios de éxito.

Por otro lado, se ha visto también que los profesores presentan muchas dificultades para implementar estas prácticas como parte de la evaluación formativa. En un estudio llevado a cabo por Ruiz-Primo y Kroog (como son citadas en Ruiz-Primo y Brookhart, 2018), se observó que las prácticas más frecuentes asociadas a la compartición de metas de aprendizaje son escribirlas en el pizarrón y leerlas en voz fuerte, así como definir determinadas palabras presentes en la formulación de la meta para que sean claras para los estudiantes y las entiendan.

El que el estudiante conozca y comprenda las metas de aprendizaje y criterios de éxito, contribuye al fortalecimiento de sus procesos de aprendizaje. De acuerdo con Moss y Brookhart (2012), el estudiante es el principal tomador de decisiones en el aula y, para que pueda involucrarse a fondo y regular su aprendizaje, requiere responder a las tres preguntas que guían el proceso de evaluación formativa en el aula y en sí, todo el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación: ¿Hacia dónde voy? ¿Dónde estoy ahora? ¿Cómo llego ahí? Las metas de aprendizaje, por lo tanto, se constituyen en un elemento clave para que los estudiantes mejoren sus habilidades de autoevaluación y para que tengan un mejor sentido de control de su proceso de aprendizaje, lo que repercutirá tanto en su aprendizaje como en su motivación (Ruiz-Primo y Brookhart, 2018).

En resumen, las metas de aprendizaje claras y bien definidas, combinadas con la capacidad del docente para ajustar estas metas en tiempo real mediante el *teacher noticing*, son fundamentales para una evaluación formativa informal efectiva. Este enfoque flexible y responsivo no solo mejora el aprendizaje de los estudiantes, sino que también promueve un ambiente de aula donde la enseñanza se adapta continuamente a las necesidades emergentes de los estudiantes (Blömeke et al., 2022; Weyers et al., 2024).

2.5.2 El noticing del profesor de matemáticas durante la evaluación formativa informal.

En el apartado anterior, expliqué que las acciones del profesor de percibir e interpretar la información durante la evaluación formativa informal serán consideradas en esta investigación como el noticing del profesor de matemáticas. He decidido utilizar este término en inglés, ya que es más corto, claro y preciso. Su traducción al español no captura con exactitud el concepto

desarrollado en la literatura anglosajona, donde se reconoce como un proceso complejo de percepción e interpretación en el contexto educativo. La palabra *noticing* en inglés proviene del latín *notitia*, que significa conocimiento; de *notus* conocido, y del pasado participio *noscere* que es llegar a conocer. Si se traduce al español, los posibles significados para esta palabra son notar, observar, advertir, atender, darse cuenta de algo. Esta palabra entonces tiene que ver con lo que los seres humanos hacemos cuando percibimos e interpretamos, la cual es una parte esencial del entendimiento humano y además está determinada por la cultura en la que se desenvuelve el individuo (Ball, 2011).

Como ya expliqué en apartados anteriores, el *noticing* del docente lo entenderé como lo que M. G. Sherin (2001) ha denominado visión profesional de los docentes. Ella retoma este concepto del antropólogo Charles Goodwin, el cual se refiere a las habilidades que los miembros de un grupo profesional comparten para interpretar fenómenos que son centrales para su trabajo (Sherin y van Es, 2009) y lo adapta a un contexto educativo, en el cual define a la visión profesional de los docentes como “la habilidad para entender lo que está pasando en sus aulas” (Sherin, 2014, p. 656) y también como “aquellas habilidades para percibir e interpretar aspectos significativos de las interacciones en el aula” (Sherin y van Es, 2009, p. 22).

Estas habilidades de atención requeridas para los docentes no son las que generalmente se utilizan en la vida cotidiana, sino que son especializadas para la enseñanza, por lo que se le considera como un componente del *expertise* del docente (Ball, 2011; Jacobs et al., 2011; M. G. Sherin, Victoria R. Jacobs, et al., 2011). Los expertos en un área de conocimiento determinada desarrollan patrones específicos de atención, puesto que comparten propósitos, metas, conocimientos y experiencias similares. Se puede decir entonces, que el desarrollar habilidades y competencias en una profesión involucra el aprender a darse cuenta y atender a cierto tipo de información (Jacobs et al., 2011).

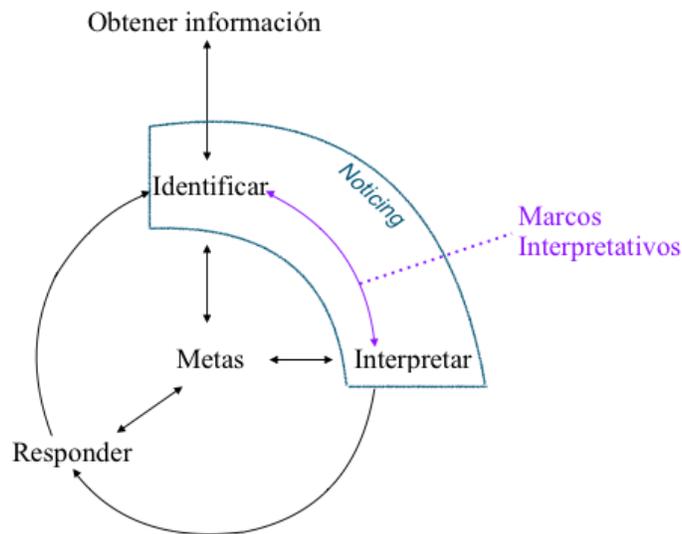
En las investigaciones sobre el *noticing* de docentes se ha llegado a un consenso en cuanto a dos puntos principalmente (Sherin y Russ, 2014): (1) el docente se da cuenta de ciertas cosas en el aula e ignora otras; (2) el *noticing* del docente es contextual e interdependiente, y no es solamente un conjunto de eventos aislados. Con respecto al segundo punto, M. G. Sherin y Russ (2014) explican que un docente en el aula no se da cuenta de una situación o evento en un determinado momento, y después se da cuenta de otro que no tenga nada que ver con lo anterior. Como la percepción de manera general, el *noticing* involucra procesos ascendentes y descendentes (Sherin y Russ, 2014); esto significa que, cuando un docente observa en su salón de clases, razona de manera constante lo que ocurre y esto define qué y cómo observará en un futuro (Sherin, 2014). Así, por ejemplo, un docente se puede dar cuenta de un error que no esperaba por parte de sus estudiantes, lo que lo puede llevar a buscar la información necesaria para entender de dónde proviene (proceso ascendente) o bien, un docente puede decidir de antemano fijarse en las

diferentes estrategias que los estudiantes utilizan para resolver ciertos tipos de problemas (proceso descendente).

La visión profesional de los docentes consiste en dos sub-procesos principales (Sherin, 2014): (a) atención selectiva y (b) razonamientos basados en su conocimiento. M. G. Sherin y Russ (2014) explican que, si bien en la literatura se analizan por separado, se ha documentado también que no ocurren de manera independiente; que no se llevan a cabo de manera secuencial, sino que son cíclicos y que se refuerzan mutuamente. De manera adicional, proponen que ambos procesos están conectados entre sí a través de marcos interpretativos, los cuales definen como redes de ideas que los docentes adoptan durante el noticing en el aula y que dan soporte a la atención selectiva y a los razonamientos de los docentes. Estos tres elementos —atención selectiva, razonamientos basados en su conocimiento y marcos interpretativos de los docentes— los abordaré con mayor profundidad en los siguientes apartados. La representación gráfica del ciclo de evaluación formativa informal, considerando los elementos del noticing del profesor, se puede consultar en la Figura 6.

Figura 6.

Ciclo de evaluación formativa informal completo



Nota. Ciclo que considera los elementos del noticing: percepción, interpretación y marcos interpretativos. Elaboración propia.

Atención selectiva de los docentes de matemáticas.

De acuerdo con M. G. Sherin (2014), la visión profesional no es una observación pasiva por parte del docente con respecto al acontecer del aula, sino que el docente tiene un rol activo en ella

y, por lo tanto, tiene una atención selectiva. La atención selectiva se refiere al proceso a través del cual el docente decide dónde prestar atención en un determinado momento en el aula con sus estudiantes (Sherin, 2014). El salón de clases es un espacio complejo, en donde ocurren muchos acontecimientos simultáneamente (Fierro y Fortoul, 2017); cuando el docente interactúa con los estudiantes, está expuesto a una gran cantidad de información y estímulos que debe advertir, es decir, el docente está confrontado con “una confusión floreciente y ruidosa de datos sensoriales” (Sherin y Star, 2011, p. 69). Es en este sentido que, dentro de esta complejidad, el docente decide a qué aspectos debe prestar su atención.

La atención selectiva es una característica de los profesionales más experimentados. De acuerdo con Miller (2011), los expertos se caracterizan no solo por aquello que atienden, sino también por aquello que deciden no atender, ya sea de manera consciente o no. Así, un docente experto, a comparación con los más noveles, ha aprendido a ignorar características o eventos en el aula que son poco importantes. De igual forma, la selección por parte de expertos de aquello que deciden atender, se va ajustando de manera adaptativa a las demandas de la situación (Miller, 2011). Miller (2011) proporciona dos ejemplos que son muy ilustrativos. El primero tiene que ver con su experiencia en aulas de primaria en China, donde los docentes expertos dejan pasar o ignoran una gran cantidad de malos comportamientos por parte de los estudiantes para evitar interrupciones en el flujo de su clase. El segundo ejemplo proviene del fútbol soccer, donde los porteros experimentados que están por recibir un penalti, atienden más a la postura del que va a pegarle a la pelota, en lugar de prestar atención a otras señales engañosas, como lo serían el movimiento o posición de las manos o de los hombros.

De acuerdo con van Es y Sherin (2002), una de las características de la atención selectiva es que el docente es capaz de reconocer lo que es importante o sobresaliente en una situación de aula en particular y cuando un docente se da cuenta o percibe algo significativo en el aula, le permite entonces tomar decisiones sobre cómo continuar con la sesión. En este mismo sentido, se ha identificado que los docentes más expertos tienen puntos de revisión durante sus clases (Leinhardt et al., como son citados en Sherin y van Es, 2009), que son momentos que ellos utilizan para revisar o evaluar el progreso de los estudiantes y así tomar decisiones con respecto a la instrucción. Para que un docente pueda definir e identificar puntos de revisión, necesita saber reconocer lo que es importante en el desarrollo de la clase.

En algunas investigaciones se han documentado determinadas características de la atención selectiva de docentes de matemáticas en servicio durante la instrucción. M. G. Sherin et al. (2011) llevaron a cabo una investigación para acceder al noticing de docentes de matemáticas y ciencias durante su instrucción en el aula, a quienes les proporcionaron una videocámara pequeña con la capacidad de grabar momentos importantes, la cual controlaban los mismos docentes para seleccionar episodios durante la instrucción que les parecieran interesantes. Estos autores

encontraron que los docentes atendieron a una diversidad de situaciones en el aula, entre las que se destacan eventos en donde las respuestas de los estudiantes les parecieron interesantes matemáticamente hablando; o eventos relacionados con la participación de determinados estudiantes; o también aspectos que tenían que ver con la organización de la instrucción.

De acuerdo con estos mismos autores, sus resultados coinciden con lo que también se ha reportado en otras investigaciones con profesores que participan en programas de desarrollo profesional docente o con docentes en formación inicial. Así, citan en primer lugar el estudio de Star, Lynch y Perova (2011), quienes encontraron que docentes de matemáticas en formación inicial perciben una gran variedad de características —tanto importantes como triviales— de una sesión de clase, las cuales agruparon alrededor de las categorías de: ambiente del aula, manejo de grupo, las tareas que realizan los estudiantes, el contenido matemático y finalmente la comunicación que se da entre los estudiantes o entre los estudiantes y el docente. En segundo lugar, mencionan los resultados de Borko et al. (2008), quienes categorizaron lo que un grupo de docentes de matemáticas percibieron en videos sobre sus clases. Las categorías que encontraron fueron el pensamiento de los docentes, el pensamiento de los estudiantes, la matemática y la pedagogía utilizadas durante la sesión de clase.

Prediger (2019) reporta que, con respecto al lenguaje matemático, los profesores de matemáticas atienden por lo general una dimensión lingüística de manera agregada, antes que una dimensión discursiva integrada, donde el vocabulario se considere como un medio lingüístico para ciertas prácticas discursivas necesarias para alcanzar determinadas metas de aprendizaje en matemáticas. Por ejemplo, en los resultados de su investigación, donde se buscaba que los profesores identificaran ciertas demandas del lenguaje de los estudiantes, así como brindarles soporte, aparecieron casos muy comunes donde los profesores solamente prestaron atención al uso de palabras y vocabulario formal y donde sus prácticas de apoyo implicaban animar a los estudiantes a utilizar y aprender términos técnicos.

Uno de los principales hallazgos de M. G. Sherin et al. (2011) tiene que ver con la posible relación de lo que los profesores de matemáticas perciben y de sus expectativas de la clase. Por ejemplo, unos docentes del estudio hicieron registros con la cámara cuando un determinado estudiante participó y no lo tenían contemplado. En este sentido, su selección se realizó porque la actividad del aula se desvió de lo que esperaban. Por otro lado, otros docentes también registraron ciertos episodios cuando la actividad de los estudiantes estuvo perfectamente alineada con lo que ellos tenían contemplado. Los conocimientos y expectativas del docente pueden influir de manera significativa en los eventos del aula, que son relevantes para el docente y que, por lo tanto, decide atender (Sherin y van Es, 2009). De acuerdo con M. G. Sherin et al. (2011), esta relación entre el noticing y las expectativas del docente ha sido poco estudiada y puede convertirse en una dirección productiva para las investigaciones sobre el noticing de profesores de matemáticas.

Razonamiento basado en los conocimientos del docente.

En la conceptualización de la evaluación formativa informal que propongo en esta investigación, un segundo momento en el ciclo que lleva a cabo el docente es la interpretación que hace de la información o eventos que ha atendido en el aula. De acuerdo con van Es y Sherin (2002), la interpretación que llevan a cabo los docentes durante las interacciones que se dan en el aula involucra razonamientos en torno a: (a) observar una situación de enseñanza con la finalidad de entender lo que pasó; (b) entender lo que los estudiantes pensaron sobre el contenido; y (c) entender cómo una acción del docente influyó en el pensamiento del estudiante.

Para que el docente pueda llevar a cabo este tipo de razonamientos, él o ella debe hacer uso de su conocimiento profesional, de lo que entiende con respecto a la enseñanza y el aprendizaje (Seidel et al., 2011) y del conocimiento que tiene sobre el contexto (Sherin y van Es, 2009; van Es y Sherin, 2002; van Es y Sherin, 2006). Por esto es que el noticing de ciertos eventos o situaciones durante las interacciones en el aula está fuertemente ligado al contexto específico en el que el docente enseña (van Es y Sherin, 2002). Así, por ejemplo, en el día a día en el aula, el docente requiere hacer uso de su conocimiento sobre la disciplina, sobre la pedagogía, sobre sus estudiantes, sobre el aprendizaje de los estudiantes, entre otro tipo de conocimientos, para poder razonar los diferentes episodios o eventos que se van desarrollando o que van ocurriendo durante su clase.

De acuerdo con la revisión de bibliografía que realizaron Seidel et al. (2011), estos autores concluyen que el proceso de razonamiento tiene tres características. La primera implica tener la habilidad para describir de manera precisa los aspectos o elementos que se atienden. En segundo lugar, se vinculan las situaciones del aula observadas con conocimientos previos sobre la enseñanza y el aprendizaje. Finalmente, el vínculo que se genera entre la teoría y el evento sirve para evaluar y predecir lo que podría pasar como resultado de la situación observada.

Marcos interpretativos del docente de matemáticas.

Como mencioné previamente, el noticing del docente de matemáticas consta de dos subprocesos principales —la atención selectiva y el razonamiento del docente basado en su conocimiento. Si bien en la literatura se llega a explicar que una vez que el docente ha puesto su atención en un determinado evento, él comienza a razonar al respecto haciendo uso de sus conocimientos, la realidad es que en la práctica estos dos procesos no ocurren de manera lineal, sino que interactúan de una forma dinámica (Sherin, 2014).

La naturaleza cíclica e integrada de ambos procesos se formaliza a través de los marcos interpretativos del docente y, además, estos marcos hacen evidentes estos procesos y los definen (Sherin y Russ, 2014). El término marcos interpretativos es utilizado por Sherin y Russ (2014) para referirse a aquellos lentes a través de los cuales se mira el mundo; marcos que permiten a una

persona entender todo lo que ocurre a su alrededor. El término interpretativo alude más a la naturaleza activa del rol del docente cuando este observa y comprende lo que ocurre en el aula.

El constructo marcos interpretativos es útil para el análisis de la interpretación que los docentes llevan a cabo sobre los eventos que ocurren durante la interacción con los estudiantes. Sherin y Russ (2014) explican que la atención selectiva y el razonamiento basado en conocimientos no ocurren de manera separada o secuencial; que los docentes no se fijan primero en un evento y luego en otro de manera separada; y que el discurso de los docentes en las entrevistas que indagan sobre lo que ellos se dieron cuenta, carece de linealidad. Sherin y Russ (2014) se refieren a este discurso como “una caminata errante a través de una red de ideas interconectadas, algunas sobre métricas normativas, algunas sobre expectativas, algunas sobre sentimientos personales y otras sobre abstracciones” (p. 16).

Estas características sugieren que en el aula ocurre algo parecido, es decir, que el acontecer del aula no se puede reducir a una serie de eventos que ocurren de manera cronológica, donde el docente selecciona los más importantes para atender. En este sentido, Sherin y Russ (2014) argumentan que se requieren constructos más sofisticados —que en este caso son los marcos interpretativos— para poder capturar y explicar la complejidad de la red de ideas que los docentes utilizan para razonar sobre los eventos que ocurren en sus aulas.

En su investigación, donde trece profesores de matemáticas observaron cuatro segmentos de video y después fueron entrevistados, Sherin y Russ (2014) identificaron trece marcos interpretativos que utilizaron los profesores, los cuales después clasificaron en seis grupos más generales: marcos narrativos, marcos normativos, marcos personales, marcos de expectativas, marcos asociativos y marcos de abstracción. En la Tabla 2 presento los trece marcos interpretativos y su definición. Más adelante explico brevemente los seis grupos. Como bien explican los autores, las actividades en las que participaron los docentes, como ver videos y tener tiempo para reflexionar en entrevistas, pudieron influir en los marcos identificados, lo que puede diferir de lo que ocurre en tiempo real en el aula durante la interacción con los estudiantes.

Tabla 2.*Marcos interpretativos de profesores de matemáticas*

Marco Interpretativo	Definición	Marco Interpretativo	Definición
Afectivo	Describe una reacción afectiva al video	Familiaridad	Identifica un aspecto del video como reconocible.
Alternativas	Ofrece alternativas a las acciones vistas en el video	Metáfora	Utiliza una metáfora para describir un aspecto del video.
Anomalía	Identifica algo inesperado o sorprendente	Toma de perspectiva	Se imagina a sí mismo en la posición de alguien en el video
Relaciones causales	Relaciona eventos en el video por causa y efecto	Principios	Se refiere a un principio general sobre la enseñanza y el aprendizaje
Comparación	Compara el video con algo que ocurrió en algún otro lado	Cuentacuentos	Relaciona una serie de eventos que ocurren de manera secuencial
Evaluación	Evalúa la calidad del contenido del video	Lo que no está ahí	Identifica algo que está ausente en el video
Generalización	Identifica comportamientos o actividades específicas que se llevan a cabo en contextos de enseñanza variados		

Nota. Adaptado de *Digital Video for Teacher Education: Research and Practice* (p. 11-12) por M. G. Sherin y R. S. Russ, 2014, Routledge.

Los marcos narrativos consisten en aquellos donde el docente conecta eventos entre sí que se muestran en el video a través de narrativas. En este grupo se encuentran los marcos de cuentacuentos y de relaciones causales. La diferencia entre ambos radica en que, en el primero, el docente relaciona una serie de eventos de manera secuencial y en el segundo, el docente los relaciona en la narrativa a través de causas y efectos. De acuerdo con Sherin y Russ (2014), el primer marco es poco frecuente, ya que los docentes no tienden a hacer una lista de cosas de las que se dan cuenta durante la interacción; en el segundo marco, los docentes por lo general tienden a encontrar relaciones causales entre las acciones del docente y las acciones de los estudiantes.

Los marcos normativos incluyen aquellos donde los docentes evalúan la calidad de los eventos que notaron en los videos con respecto a una métrica, norma o estándar que tengan. Así, en este grupo se encuentran los marcos de evaluación y de alternativas. El marco de alternativas se considera una extensión del marco de evaluación, puesto que para que el docente sugiera una alternativa a una decisión que haya tomado el profesor en el video, antes debió haber evaluado y

encontrado que la acción mostrada tenía algún faltante con respecto a su métrica o estándar. En la investigación de Sherin y Russ (2014), este fue el marco interpretativo más utilizado por los docentes en el estudio, cuya causa puede estar relacionada con la fuerte cultura de evaluación estandarizada que ha permeado en los Estados Unidos.

Los marcos personales describen cómo los docentes experimentan una conexión personal con los eventos que ocurren en el video que están observando. Así, este grupo incluye los marcos interpretativos de toma de perspectiva y el afectivo. En la toma de perspectiva, el docente se da cuenta de ciertos eventos porque es capaz de ponerse en el lugar de alguna persona en el video e imaginar cómo reaccionaría. Por otro lado, en el marco afectivo, el docente al ver algún episodio en el video, muestra una reacción emocional. De acuerdo con Sherin y Russ (2014), es probable que una respuesta afectiva fuerte por parte del docente sea un detonante para que el docente preste atención a lo que ocurre en el video.

Los marcos de expectativas tienen que ver con el grado en el que los docentes estaban acostumbrados a ver o esperaban ver ciertos eventos que aparecieron en el video. Este grupo abarca los marcos de familiaridad, anomalía y lo que no está ahí. En cada uno de los tres marcos, los docentes identificaron eventos o interacciones a partir de su alineación con sus expectativas. Así, en el marco de familiaridad, los docentes se dieron cuenta de un evento o interacción con el que se sentían bien identificados; en el marco de anomalía, por el contrario, identificaron eventos o interacciones que para ellos eran poco usuales o poco esperados; finalmente, en el marco de lo que no está ahí, los docentes se dieron cuenta de ciertos eventos, puesto que hubo ciertas cosas que esperaban y que no las encontraron en el video.

Los marcos asociativos tienen que ver con aquellos donde los docentes relacionaron eventos en el video con otras situaciones o experiencias. Este grupo consiste en los marcos de comparación y de metáfora. En el marco de comparación, el cual fue el segundo más utilizado por los profesores de matemáticas en la investigación de Sherin y Russ (2014), se encontró que los docentes lo aplicaron de tres formas distintas: (a) hicieron una comparación con otro segmento del video; (b) hicieron una comparación con algún evento o circunstancia de su propia aula; (c) resaltaron diferencias dentro de un mismo segmento de video. Por otro lado, en el marco de interpretación de metáfora, los profesores hicieron una comparación de un evento o situación en el video con una idea familiar pero abstracta. De acuerdo con Sherin y Russ (2014), las metáforas permiten expresar ideas o conceptos que son difíciles de definir y además ayudan a entender una situación. Este marco de referencia fue el menos utilizado por los profesores de la investigación.

Finalmente, en los marcos de abstracción, los docentes hacen aseveraciones abstractas sobre la enseñanza y el aprendizaje a partir de lo que vieron en el segmento de video. Este grupo abarca los marcos de generalización y de principios. En el marco de generalización, los docentes describen los eventos o situaciones que notaron en el video como comportamientos o actividades que ocurren

en varios contextos relacionados con la enseñanza. En el marco de principios, los docentes expresan también una generalización, pero en forma de declaración breve o como una verdad relacionada con la enseñanza y el aprendizaje. Este tipo de expresiones son, de acuerdo con Shulman (como es citado en Sherin y Russ, 2014), “máximas que representan la sabiduría acumulada de la práctica” (p. 16).

Un hallazgo reciente en la investigación educativa es el concepto de *epistemic empathy* (Jaber et al., 2023) o empatía epistémica, que amplía la comprensión del razonamiento del docente al integrar tanto la dimensión cognitiva como la emocional en la interacción con los estudiantes. Esta empatía epistémica permite a los docentes interpretar las ideas y emociones de los estudiantes en relación con el conocimiento matemático, lo que les ayuda a generar respuestas más inclusivas y ajustadas a las necesidades individuales, enriqueciendo sus prácticas de evaluación formativa.

En estrecha relación con la empatía epistémica, la presencia emocional docente se ha identificado como un factor clave en la enseñanza y el aprendizaje, ya que incide en la manera en que los docentes establecen conexiones afectivas con los estudiantes, regulan el clima emocional del aula y facilitan la participación en el proceso de aprendizaje (García-Cabrero et al., 2024). Esta presencia emocional no solo se manifiesta en la expresión de emociones, sino también en las estrategias que los profesores emplean para proyectar accesibilidad, empatía y apoyo a los estudiantes. La forma en que los docentes gestionan estas dimensiones emocionales influye en la interpretación que hacen de las respuestas de los estudiantes y, por lo tanto, en el tipo de retroalimentación que proporcionan. En estudios recientes sobre la formación docente en matemáticas, se ha señalado que desarrollar estrategias para gestionar la dimensión afectiva no solo favorece el aprendizaje de los estudiantes, sino que también fortalece la autopercepción y la confianza de los profesores en su práctica docente (García-Cabrero et al., 2023).

Desde la perspectiva de la evaluación formativa, la integración de la presencia emocional docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje permite comprender cómo las emociones del profesor pueden mediar su atención selectiva y sus juicios sobre el desempeño de los estudiantes. En particular, se ha observado que la forma en que los docentes interpretan las respuestas de los estudiantes está influida por sus emociones y expectativas previas, lo que a su vez impacta las oportunidades de aprendizaje que brindan a cada estudiante (García-Cabrero et al., 2024). En este sentido, la evaluación formativa no solo implica analizar el contenido de las respuestas de los estudiantes, sino también reconocer cómo la dimensión afectiva del docente condiciona la manera en que estas respuestas son percibidas y valoradas en la interacción en el aula. Además, la formación docente en estrategias afectivas ha demostrado ser un elemento central en la enseñanza de las matemáticas, ya que preparar a los profesores en este ámbito les permite generar ambientes de aprendizaje más positivos, lo que se traduce en una mejor disposición de los estudiantes hacia la materia y una reducción en niveles de ansiedad matemática (García-Cabrero et al., 2023).

El uso de marcos interpretativos por parte de los docentes para razonar sobre eventos no nada más puede ocurrir en el contexto de una entrevista, sino que también puede ocurrir en el aula (Sherin y Russ, 2014). Sin embargo, cuando ya se habla de las interpretaciones que hacen los docentes en escenarios reales, Morgan y Watson (2002) señalan que existe una gran cantidad de factores poco relacionados con el rendimiento matemático de los estudiantes que influyen en ellas. En lo que resta de este apartado, presentaré algunos elementos de la teoría de la atribución (Weiner, 1985, 2010), sobre estereotipos y expectativas del profesor, los cuales me permitirán explicar cómo se relacionan y operan algunos de los marcos interpretativos propuestos por Sherin y Russ (2014) cuando el profesor razona sobre la información que obtiene sobre sus propios estudiantes en el aula y las consecuencias que esto tiene para las acciones que lleva a cabo como parte de la evaluación formativa informal para apoyarlos a alcanzar las metas de aprendizaje.

En el análisis de las interpretaciones de dos profesores de matemáticas en Inglaterra, Morgan y Watson (2002) concluyen que las primeras impresiones de los docentes sobre los estudiantes y los patrones de comportamiento observados tienden a persistir. Estas percepciones influyen significativamente en la evaluación formativa informal y resultan en un trato diferenciado y en desigualdades dentro del aula. La equidad en la oportunidad de participación es un aspecto relevante dentro de este fenómeno, ya que la forma en que los docentes distribuyen los turnos de palabra y las oportunidades de intervención puede reforzar estas desigualdades. García-Cabrero (2009) resalta que la equidad en la interacción docente-estudiante no solo depende del acceso a la participación, sino también de la calidad de las interacciones y la retroalimentación brindada por el profesor.

Durante la evaluación formativa, los docentes utilizan una serie de recursos para interpretar la intervención de los estudiantes, como su conocimiento de matemáticas, sus creencias sobre la enseñanza y sus expectativas sobre la clase y los estudiantes individuales (Morgan y Watson, 2002). Esto refleja cómo las expectativas influyen en la interpretación y en la retroalimentación que el docente ofrece. Sin embargo, estas interpretaciones no siempre son neutrales. García-Cabrero (2009) señala que las oportunidades de respuesta que el docente otorga pueden estar influenciadas por sus percepciones sobre la habilidad del estudiante, lo que puede limitar la posibilidad de ciertos alumnos de participar activamente en el aprendizaje matemático. En este sentido, una distribución equitativa de turnos de participación y la implementación de estrategias como la latencia –dar suficiente tiempo a los estudiantes para formular sus respuestas– pueden favorecer una mayor inclusión en el aula.

Las expectativas de los profesores afectan los patrones de interacción docente-estudiante, influyendo tanto en el trato hacia los estudiantes como en la autoimagen de estos (Friedrich et al., 2015; Fuchs et al., 1994). Este fenómeno, conocido como efecto Pigmalión, se refiere a cómo las expectativas de una persona sobre otra pueden servir como profecías autocumplidas, afectando el

desempeño del estudiante (Rosenthal, 2010).

Los estereotipos son una fuente importante de expectativas docentes. Según Reyna (2000), los estereotipos se entienden como cualidades percibidas sobre un grupo que se consideran estables a lo largo del tiempo y que influyen en cómo los individuos son tratados. Para los profesores de matemáticas, conceptos como la aptitud y la jerarquía del conocimiento llevan a clasificar a los estudiantes en grupos –los “menos capaces”, los “más capaces” y los “promedio”–, lo que tiene fuertes implicaciones en sus prácticas de evaluación (Ruthven, 1987). Esta categorización puede impactar la equidad en la oportunidad de participación, ya que los docentes pueden, consciente o inconscientemente, brindar mayor tiempo de respuesta y más intervenciones a los estudiantes que consideran más capaces. Como menciona García-Cabrero (2009), garantizar una participación equitativa en el aula implica reconocer y contrarrestar estos sesgos mediante estrategias de enseñanza que favorezcan la inclusión y la distribución justa de la palabra.

Los estereotipos y las expectativas que los profesores tienen sobre sus estudiantes influyen en la evaluación formativa y en la retroalimentación brindada por el profesor. Los profesores tienden a ofrecer un trato diferenciado según estas expectativas, lo cual puede resultar en un ciclo de refuerzo de las percepciones originales, afectando tanto la motivación como el desempeño de los estudiantes (Reyna, 2000). Para mitigar este efecto, es fundamental que los docentes diseñen prácticas de participación más equitativas, como la asignación rotativa de turnos, el uso de estrategias de andamiaje para fomentar la participación de todos los estudiantes y la promoción de un ambiente en el que todas las contribuciones sean valoradas (García-Cabrero, 2009).

La investigación de Gentrup et al. (2020) sobre las profecías autocumplidas en el aula aporta evidencia sobre cómo las expectativas inexactas de los docentes influyen en el rendimiento académico. Encontraron que las expectativas demasiado altas se asocian con un mayor rendimiento en lectura y matemáticas, mientras que expectativas demasiado bajas se asocian con un menor rendimiento en lectura. Además, mostraron que la retroalimentación diferenciada basada en expectativas inexactas varía significativamente, aunque no siempre logra mediar de manera concluyente los efectos de dichas expectativas.

Gentrup et al. (2020) exploraron tres características de la retroalimentación docente—su carga emocional, su elaboración y su relación con el desempeño del estudiante—en relación con expectativas inexactas. Aunque se observaron diferencias en la retroalimentación según las expectativas del profesor, no siempre se encontraron efectos concluyentes que mediaran la relación entre las expectativas y el rendimiento del estudiante.

Según el modelo de Reyna (2000), los estereotipos y las atribuciones de los docentes actúan como filtros a través de los cuales se interpreta el comportamiento de los estudiantes. Esto condiciona la respuesta emocional del docente y, en consecuencia, su interacción con los estudiantes, lo cual refuerza un ciclo donde las expectativas iniciales tienden a reafirmarse,

impactando negativamente el rendimiento académico y la autoimagen del alumno.

El análisis de las atribuciones también es relevante en este contexto. Weiner (1985) propone una taxonomía de tres dimensiones: locus de causalidad, controlabilidad y estabilidad. Reyna (2000) sintetiza esta taxonomía al explicar cómo las causas de los comportamientos pueden ser percibidas como internas o externas, controlables o incontrolables, y estables o inestables, lo cual influye en las emociones y comportamientos del docente hacia el estudiante.

En el análisis de los estereotipos y las atribuciones en la interacción docente-estudiante, Reyna (2000) describe tres patrones o firmas. La primera firma se refiere a estereotipos que implican atribuciones internas, estables y controlables, donde los estudiantes pueden ser catalogados como flojos o trabajadores. Esta percepción condiciona la respuesta del docente, ya sea con enojo y castigo, o con elogios y apoyo, afectando la motivación y la valoración de la tarea por parte del estudiante. La segunda firma abarca estereotipos con atribuciones internas, estables e incontrolables, como atribuir el éxito o fracaso a la aptitud del estudiante. Esto puede generar que el docente inicialmente ofrezca apoyo, pero a largo plazo pierda confianza en el estudiante, afectando su autoestima y motivación. La tercera firma implica atribuciones externas, estables e incontrolables, donde el docente muestra compasión hacia el estudiante sin responsabilizarlo por un mal resultado, lo cual puede proteger la autoestima del estudiante y motivarlo al ofrecer apoyo adicional.

En resumen, los hallazgos de estudios como los de Morgan y Watson (2002), Ruthven (1987) y Gentrup et al. (2020) ilustran cómo las expectativas y los estereotipos de los docentes tienen implicaciones en un trato diferenciado hacia los estudiantes y en la evaluación formativa que llevan a cabo en el aula. Esto influye no solo en el rendimiento académico de los estudiantes, sino también en su percepción de sí mismos, perpetuando desigualdades en el salón de clases. Como lo plantea García-Cabrero (2009), la equidad en la oportunidad de participación es un elemento clave para garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a interacciones significativas con el conocimiento matemático y con el docente. La adopción de prácticas de enseñanza que aseguren una distribución más justa de la palabra y la retroalimentación puede contribuir a reducir las desigualdades y favorecer una mayor inclusión en el aprendizaje de las matemáticas.

A partir de la complejidad inherente en los marcos interpretativos y las expectativas de los docentes, resulta evidente que el proceso de evaluación formativa informal no se desarrolla de manera uniforme ni está libre de sesgos. La dinámica entre el razonamiento del docente, sus expectativas y los estereotipos, junto con las múltiples fuentes de información que emergen en el aula, determina la calidad y dirección de la retroalimentación y las acciones pedagógicas que se emplean para apoyar el aprendizaje de los estudiantes. Es en este contexto que los ajustes o regulaciones implementados durante la evaluación formativa informal adquieren un papel fundamental para guiar las intervenciones docentes. En el siguiente apartado, profundizaré en estos

ajustes y regulaciones, explorando cómo los docentes adaptan sus prácticas en tiempo real con el fin de responder de manera más precisa a las necesidades de sus estudiantes.

2.5.4 Ajustes o regulaciones en la instrucción durante la evaluación formativa informal.

Una de las principales características que distingue a la evaluación formativa de la sumativa, es que la información que se obtiene y las interpretaciones que el docente realiza, deben llevarlo a hacer ajustes en la instrucción que satisfagan las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, lo que se ha denominado como la gran idea de la evaluación formativa (William y Leahy, 2007). Como expliqué en el primer capítulo, este tipo de ajustes han sido poco estudiados en la literatura de manera general y aquellas investigaciones que se encuentran, se pueden dividir en dos grandes grupos. El primero de ellos —que retomo en este apartado— tiene que ver con ajustes que ocurren a un nivel macro o meso de la actividad conjunta en el aula y el segundo grupo —que explico en el último apartado de este marco teórico— está relacionado con los ciclos de evaluación formativa a un nivel micro del discurso en el aula.

Para este apartado en particular retomo tres investigaciones que abordan a los ajustes como regulaciones a nivel temporal (Allal y Lopez, 2005), ajustes con base en el objeto de su referencia (Cowie y Bell, 1999) y aquellos ajustes derivados de la implementación de estrategias de evaluación formativa (Andersson y Palm, 2017).

En cuanto a la temporalidad de las regulaciones en el aprendizaje —nombre que también reciben los ajustes—, Allal y Lopez (2005) las dividieron en tres tipos: regulación interactiva, regulación retroactiva y regulación proactiva. Estos tres tipos de regulación tienen que ver con la duración de los ciclos de evaluación formativa, que expliqué previamente. Así, la regulación interactiva consiste en los ajustes que el docente hace inmediatamente después de que la información fue recolectada en el aula; es decir, consiste en el tipo de regulaciones que el docente realiza en una misma sesión de clase con los estudiantes. La regulación retroactiva consiste en todos los ajustes que el docente hace, a partir de su reflexión al finalizar una secuencia didáctica. Finalmente, por regulación proactiva se entienden todas las regulaciones que el docente hace tiempo después, pero con un grupo diferente de estudiantes, teniendo en mente la mejora de su práctica a partir de experiencias anteriores.

Por otro lado, Cowie y Bell (1999) identifican que las acciones como parte de la evaluación formativa informal que llevan a cabo los docentes de ciencias de su estudio, difieren en cuanto al objeto de su referencia. Así, identifican tres tipos de acciones: acciones referidas a la ciencia, acciones referidas al estudiante y acciones referidas al cuidado. Las acciones, tanto en la evaluación formativa planeada como en la informal, son muy similares y se distinguen principalmente una de la otra en cuanto al tiempo en que se implementan con respecto a la obtención de información por parte del profesor. De igual forma, estos autores reportan que una respuesta o ajuste por parte del

docente puede tener rasgos de dos o más tipos.

Las acciones referidas a la ciencia son clasificadas por Cowie y Bell (1999) a su vez en tres tipos. Un primer tipo tiene que ver con las acciones que los docentes realizan para atender las concepciones alternativas de los estudiantes, con la finalidad de mediar entre sus entendimientos de la ciencia y aquellas comprensiones científicas que deben desarrollar. Un segundo tipo está relacionado con las acciones que buscan asegurar que los estudiantes realicen las tareas tal cual son propuestas por el docente, puesto que atienden un concepto determinado o para que todos los estudiantes tengan las mismas experiencias. Finalmente, una tercera forma de acciones referidas a la ciencia es aquella orientada a indicar al estudiante lo que se valora como resultado de aprendizaje.

Las acciones referidas a los estudiantes están enfocadas principalmente en atender a estudiantes que requieren una actividad o un aprendizaje más específico. De esta manera, las acciones del docente están orientadas alrededor del desarrollo de conceptos científicos de determinados estudiantes. Cowie y Bell (1999) exponen el ejemplo de un docente de ciencias que proporcionó una extensión a aquellos estudiantes que ya habían terminado la actividad que fue propuesta originalmente a todo el grupo.

Finalmente, las acciones referidas al cuidado son aquellas que tienen la finalidad de sostener y fortalecer la relación entre el docente y los estudiantes, así como la visión que tienen los estudiantes de la ciencia. Como ejemplo de este tipo de acciones, Cowie y Bell (1999) mencionan aquellas que llevan a cabo los docentes para no dañar la relación con sus estudiantes o su visión de la ciencia, o aquellas que buscan potenciar la interacción entre ambos.

Por último, Andersson y Palm (2017) reportan que los profesores en su investigación que llevaron a cabo ajustes como parte de la evaluación formativa, proporcionaron actividades adicionales o modificadas para todo el grupo a partir de la información que recabaron y menos de la mitad de ellos lo hicieron para grupos pequeños de estudiantes. Otros ajustes incluyen el asegurarse que determinados estudiantes trabajen con las tareas matemáticas adecuadas, las cuales eligen por lo general en consenso con los mismos estudiantes, y la modificación del tiempo dedicado a determinados contenidos.

2.5.5 Ciclos de evaluación formativa informal en el nivel micro del discurso en el aula.

La evaluación formativa informal se refiere a las acciones cíclicas, intencionales y conscientes de los profesores que no están planeadas, pero buscan obtener evidencia sobre el aprendizaje de los estudiantes. Esta evidencia permite al profesor ajustar la instrucción para satisfacer las necesidades de aprendizaje. Cualquier interacción en el aula puede convertirse en una oportunidad para la evaluación formativa informal.

Ruiz-Primo (2011) sugiere que los diálogos en el aula son medios para obtener información

sobre la comprensión de los estudiantes. En particular, en el contexto de una evaluación formativa informal, estos diálogos permiten al profesor ajustar las actividades para ayudar a los estudiantes a alcanzar las metas de aprendizaje.

El lenguaje es una herramienta fundamental para la construcción y comunicación de significados (Bellack et al., 1966). Halliday (1993) considera que un acto de significado es una combinación de lo experiencial y lo interpersonal, por lo que todo aprendizaje es acción y reflexión. Según Wells (1996), los significados ocurren en el discurso como intercambios entre participantes.

De La Chaussée (2001) señala que existen dos tradiciones principales para el análisis del discurso en el aula: el proceso-producto y el análisis cualitativo basado en la perspectiva socio-constructivista. Esta última permite que emerjan códigos significativos para los participantes.

Aunque la emergencia de códigos durante el análisis de diálogos es importante, la literatura sobre el estudio del discurso en el aula ha definido categorías comúnmente aceptadas. Halliday (1993) define el discurso como “texto”. Basándose en el análisis de Sinclair y Coulthard, Wells (1996) propone una organización secuencial donde la unidad mínima es el intercambio, compuesto por movimientos relacionados. El movimiento, como una pregunta del profesor o una respuesta del estudiante, es la unidad más pequeña del discurso. En los intercambios en el aula intervienen tres tipos de movimientos pedagógicos (Bellack et al., 1966; Wells, 1996): (a) inicio o solicitud, para obtener respuestas; (b) respuesta, vinculada al inicio; y (c) reacción, que modifica o evalúa lo dicho, moldeando el discurso.

Los intercambios en el aula suelen seguir estructuras triádicas I-R-F (Inicio-Respuesta-Seguimiento) o I-R-E (Inicio-Respuesta-Evaluación), las cuales pueden limitar el aprendizaje (Villalta, 2009). Sin embargo, Wells (2004) argumenta que la secuencia IRF puede ser productiva si el tercer movimiento se utiliza para construir sobre las contribuciones de los estudiantes. Esto último es lo que define a una enseñanza responsiva en el nivel micro del discurso en el aula.

Ruiz-Primo y Furtak (2006, 2007) retoman este concepto de interacciones dialógicas productivas y sugieren que pueden considerarse como conversaciones de evaluación. Además de considerar la estructura de tipo IRF, retoman el ciclo de evaluación formativa interactiva de Bell y Cowie (2002). Estas conversaciones se componen por cadenas iterativas de un patrón de interacción que ellas denominan ESRU, el cual consta de cuatro movimientos (Ruiz-Primo, 2011; Ruiz-Primo y Furtak, 2006, 2007): (a) E (*Elicits*) el profesor obtiene información; (b) S (*Student*) el estudiante responde; (c) R (*Recognize*) el profesor reconoce la intervención del estudiante; (d) U (*Uses*) el profesor utiliza la información recolectada para ayudar a los estudiantes a avanzar en su aprendizaje.

De acuerdo con estas mismas autoras, las conversaciones de evaluación se componen de cadenas iterativas de ciclos ESRU, en donde se pueden presentar una serie de ciclos incompletos, antes de que aparezca uno completo, como por ejemplo ESR → ES → ESR → ESR → ESRU. De

acuerdo con los resultados de su investigación, este tipo de secuencias permitieron que los estudiantes tuvieran una mejor comprensión del tema tratado y que tuvieran mejores puntajes en los exámenes aplicados, que aquellos estudiantes cuyos profesores no implementaron este tipo de interacciones dialógicas (Ruiz-Primo y Furtak, 2006, 2007).

El modelo ESRU se distingue de las secuencias IRF o IRE en tres aspectos (Ruiz-Primo y Furtak, 2007): (1) obtener información sobre las comprensiones de los estudiantes; (2) reconocer la contribución del estudiante para integrarla al flujo de la conversación; y (3) usar la información para proporcionar acciones específicas para alcanzar las metas de aprendizaje. Cuando los ciclos ESRU son incompletos, las interacciones se asemejan a los diálogos triádicos, siendo menos efectivas para promover el aprendizaje.

Ruiz-Primo (2011) sintetiza las principales características y condiciones que deben cumplir las conversaciones de evaluación para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. En particular, destaca las siguientes: (a) orientadas a metas de aprendizaje, lo que implica que estas conversaciones no son simples intercambios verbales, sino que buscan definir el curso de la instrucción para que los estudiantes alcancen sus metas; (b) de naturaleza dialógica e interactiva, con alternancia de turnos y reconocimiento de las ideas de los estudiantes como contribuciones valiosas; y (c) aplicables como herramientas de andamiaje para cerrar la brecha entre lo que los estudiantes saben y lo que se espera que aprendan, incluyendo movimientos como invitar a participar, verificar comprensión, ofrecer ejemplos y proporcionar explicaciones (Roehler y Cantlon, citados en Ruiz-Primo, 2011).

Ruiz-Primo y Furtak (2006, 2007) caracterizaron los movimientos discursivos de profesores de ciencias y los organizaron de acuerdo con las fases del ciclo de EFI y con las dimensiones de la investigación científica. La lista de movimientos discursivos se puede consultar en la Tabla 3, algunos de los cuales fueron retomados para la codificación de las conversaciones de evaluación de los profesores de matemáticas de esta investigación. Para mayor detalle sobre la definición de cada uno de estos movimientos se puede consultar en el artículo de Ruiz-Primo y Furtak (2007).

Tabla 3.

Estrategias por dimensión para los ciclos ESRU

Obtener información (E)	Reconocer (R)	Usar (U)
<p>El profesor solicita a los estudiantes que...</p> <p><i>(Marcos epistémicos)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparen y contrasten observaciones, datos o procedimientos. • Utilicen y apliquen procedimientos conocidos. • Hagan predicciones o proporcionen hipótesis • Interpreten información, datos o patrones • Proporcionen evidencia y ejemplos • Relacionen evidencia con explicaciones • Formulen explicaciones científicas • Evalúen la calidad de la evidencia • Sugieran procedimientos hipotéticos o planes experimentales • Comparen/contrasten las ideas de otros <p><i>(Estructuras conceptuales)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionen definiciones potenciales o actuales • Apliquen, relacionen, comparen o contrasten conceptos • Comparen/contrasten las definiciones o ideas de otros • Revisen su comprensión 	<p>El profesor...</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clarifica/elabora sobre la respuesta de un estudiante • Reconoce las diferentes ideas de los estudiantes • Repite/parafrasea las palabras de los estudiantes • <i>Revoicing</i> (incorporar las contribuciones de los estudiantes a la conversación de la clase, al sintetizar lo que el estudiante dijo y agregar información) • Capturar/desplegar las respuestas/explicaciones de los estudiantes. 	<p>El profesor...</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promueve el pensamiento del estudiante al solicitarle que elabore sus respuestas (porqué o cómo) • Comparar/contrastar las respuestas de los estudiantes para reconocer y discutir explicaciones/concepciones alternativas • Promueve el debate/la discusión entre los estudiantes sobre sus ideas/concepciones • Ayuda a los estudiantes a llegar a consenso • Ayuda a relacionar evidencia con explicaciones • Proporciona retroalimentación descriptiva o útil • Promueve la comprensión • Promueve la exploración de las propias ideas de los estudiantes • Se refiere explícitamente a la naturaleza de la ciencia • Hace conexiones con aprendizajes previos

Nota. Adaptado de “Exploring Teachers’ Informal Formative Assessment Practices and Students’ Understanding in the Context of Scientific Inquiry” de M. A. Ruiz-Primo y E. M. Furtak, 2007, *Journal of Research in Science Teaching*, (44)1, p. 63. Copyright 2006 Wiley Periodicals, Inc.

En este mismo sentido, pero en el campo de la Educación Matemática y no precisamente relacionado con la evaluación formativa informal, Ellis Özgür y Reiten (2019) proponen un marco –*Teacher Moves for Supporting Student Reasoning (TMSSR)*– para analizar los movimientos pedagógicos del profesor en el discurso, que den soporte a los procesos de razonamiento de los estudiantes en una instrucción orientada hacia la investigación en la asignatura de matemáticas.

En este marco, Ellis et al. (2019) clasifican los movimientos en cuatro grandes categorías: obtener información (*eliciting*), responder (*responding*), facilitar (*facilitating*) y extender (*extending*). Dentro de cada categoría, los movimientos son clasificados en un continuo sobre el potencial que tienen para promover y dar soporte al aprendizaje en matemáticas de los estudiantes, es decir, los movimientos en cada categoría se pueden considerar como de bajo o alto potencial para promover el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes.

Para la codificación de las conversaciones de evaluación de los dos profesores de matemáticas de esta investigación, retomé los movimientos propuestos por Ellis et al. (2019) para los ciclos ESRU a un nivel de discurso, que se pueden consultar en la Figura 7. Así, los movimientos de obtener información corresponden a la fase E, que lleva el mismo nombre; los movimientos de responder corresponden a la fase R de reconocer; y los movimientos U se pueden entender como movimientos que realiza el profesor para facilitar o extender el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes. Para mayor detalle sobre la descripción y ejemplos de estos movimientos, consultar el artículo de Ellis et al. (2019).

Figura 7.

Movimientos pedagógicos discursivos en el marco TMSSR

Obtener el razonamiento de los estudiantes		Responder al razonamiento de los estudiantes	
Bajo ←————→ Alto		Bajo ←————→ Alto	
Obtener respuesta	Obtener ideas	Corregir el error del estudiante	Fomentar la corrección del error
Obtener hechos o procedimientos	Obtener comprensión	<i>Re-voicing</i>	Re-representar
Obtener una clarificación	Presionar para una explicación	Motivar el <i>re-voicing</i> del estudiante	
Averiguar razonamiento del estudiante		Validar una respuesta correcta	
Revisar la comprensión			
Facilitar el razonamiento de los estudiantes		Extender el razonamiento de los estudiantes	
Bajo ←————→ Alto		Bajo ←————→ Alto	
Guiar	Proporcionar pistas (<i>cueing</i>)	Proporcionar guía	Promover la evaluación
	Canalizar (<i>funneling</i>)	Motivar múltiples estrategias de solución	Presionar para precisión
	Efecto Topaze	Construir	Topaze para justificación
Proveer	Proveer información		Presionar para generalización
	Proveer una explicación procedimental		
	Proveer una explicación de resumen		

Nota. Movimientos que realiza el profesor en el discurso. Tomado de “Teacher Moves for Supporting Student Reasoning” por A. Ellis, Z. Özgür y L. Reiten, 2018, *Mathematics Education Research Journal*, (31)2, <https://doi.org/10.1007/s13394-018-0246-6>. Copyright 2018 Mathematics Education Research Group of Australasia, Inc.

Con base en la construcción teórica expuesta en este capítulo y a manera de síntesis, presento a continuación el modelo teórico-metodológico propuesto en esta tesis, el cual constituye una herramienta analítica para la caracterización de las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas. Este modelo integra diferentes componentes conceptuales en una estructura que permite analizar la evaluación formativa como un proceso cíclico y dinámico, situado en la interacción entre docentes y estudiantes en el aula.

El modelo se organiza en una matriz analítica que articula dos dimensiones principales. La primera dimensión considera los momentos del ciclo de la evaluación formativa informal, fundamentados en las preguntas clave de la retroalimentación: ¿Hacia dónde vamos?, ¿dónde estamos? y ¿cómo cerramos la brecha? Estos momentos se traducen en las siguientes acciones

docentes: (a) clarificar las expectativas, metas y evidencias de aprendizaje; (b) recolectar u obtener información sobre el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes; (c) interpretar la información recolectada; y (d) utilizar la información para ajustar la instrucción.

La segunda dimensión del modelo se basa en los tres niveles de actividad conjunta en el aula: macro, meso y micro. Estos niveles permiten examinar cómo las prácticas de evaluación formativa informal se despliegan en distintos planos de la enseñanza: desde la planificación y estructuración de la secuencia didáctica (nivel macro), pasando por la implementación de estrategias y actividades para la obtención de evidencia (nivel meso), hasta la interacción directa en el discurso de aula y los movimientos discursivos que estructuran el diálogo evaluativo (nivel micro).

Esta matriz proporciona un marco detallado para identificar y analizar las acciones que los docentes llevan a cabo en cada momento del ciclo de la evaluación formativa informal y en cada nivel de la actividad conjunta en el aula. La representación tabular de este modelo se presenta en la Tabla 4, donde se sistematizan las prácticas docentes observadas en función de estos dos ejes de análisis. En el siguiente capítulo, describo cómo este modelo teórico fue utilizado para derivar preguntas orientadoras que guiaron el análisis de las sesiones de clase de los profesores de matemáticas participantes en esta investigación.

Tabla 4.

Modelo teórico para la caracterización de prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas

		Momentos del Ciclo de la Evaluación Formativa Informal			
		¿Hacia dónde vamos?	¿Dónde estamos?		¿Cómo cerramos la brecha?
		Clarificar las expectativas, metas y evidencias de aprendizaje	Recolectar/ obtener información	Interpretar la información recolectada	Utilizar la información para ajustar la instrucción
Nivel de actividad conjunta en el aula	Macro	Definición de metas de aprendizaje	Medios para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes		Acciones o ajustes para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje
	Meso	Acciones para clarificar y/o compartir las metas y expectativas de aprendizaje con los estudiantes			
	Micro		Conversaciones de evaluación		
			Preguntas y su contenido matemático	Movimientos de reconocimiento de intervenciones de estudiantes	Movimientos de respuesta a intervenciones de estudiantes
	Sin nivel			Noticing	
				Atención selectiva	
				Marcos interpretativos	

Nota. Modelo teórico que contempla los momentos del ciclo de la evaluación formativa informal y los tres niveles de actividad conjunta en el aula. Elaboración propia.

Capítulo III. Marco metodológico

Esta tesis tiene como objetivo general caracterizar las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas. Realicé esta caracterización a partir de cuatro objetivos específicos:

1. Identificar las acciones que lleva a cabo el profesor para clarificar y/o compartir las metas y expectativas de aprendizaje con los estudiantes.
2. Identificar las evidencias de aprendizaje en matemáticas que atiende el profesor y los medios que utiliza para ello.
3. Analizar la interpretación que lleva a cabo el profesor sobre el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes en el desarrollo de la actividad conjunta de la secuencia didáctica.
4. Categorizar los ajustes que realiza el profesor para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje.

Con la finalidad de dar respuesta al objetivo general de la investigación, propuse un estudio de casos múltiple, específicamente un estudio comparativo de dos casos. El estudio de casos es un método que tiene sus propios diseños de investigación (Yin, 2014). En este sentido, el presente capítulo inicia propiamente con el diseño metodológico, así como el enfoque bajo el cual lo llevé a cabo. En segunda instancia describo la selección de los profesores de matemáticas, participantes de esta investigación. En tercer lugar, presento los procedimientos e instrumentos para la construcción de los datos. En cuarto lugar, describo la estrategia para el análisis de los datos. En quinto lugar, realizo una reflexión donde considero los efectos de mi posicionamiento como investigadora en el proceso mismo de la investigación y las consideraciones éticas que contemplé. Finalmente, presento una reflexión sobre la calidad del diseño de la investigación.

4.1 Diseño metodológico

Una de las principales finalidades de esta investigación es comprender a profundidad las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas, para lo cual se requiere del estudio de la particularidad y complejidad de la práctica educativa de cada profesor de matemáticas en su contexto. Sin embargo, para poder comprender esta práctica, sus características, así como también los factores de los que depende y las condiciones que la propician, consideré oportuno elegir a más de un profesor de matemáticas. Por esta razón propongo un estudio colectivo de casos (Stake, 1999) o estudio de casos múltiple (Yin, 2014), como también se le denomina. De acuerdo con Rule y Mitchell (2015), esto proporciona una base más sólida para una generalización a nivel teórico, puesto que, si un mismo fenómeno se observa en diferentes contextos, entonces es posible que revele una tendencia que sea significativa a una mayor escala.

No existe un único argumento que justifique la elección del método de estudio de caso. Sin embargo, de acuerdo con Yin (2014), este método es apropiado cuando las preguntas de investigación son del tipo “por qué” o “cómo”; cuando requieren de una explicación extensiva y a profundidad del fenómeno de estudio que ocurre en la actualidad; y cuando el investigador no tiene control sobre las diferentes variables del contexto y sobre el acceso a los eventos que vaya a estudiar. Por tanto, para responder a la pregunta principal de investigación de esta tesis, se requiere un estudio a profundidad de las prácticas de evaluación formativa informal, las cuales, al llevarse a cabo en la complejidad y cotidianidad del acontecer en el aula, son efímeras y por lo tanto difíciles de controlar. En este sentido se considera pertinente la elección del método de estudio de caso para esta investigación.

Otros argumentos que fundamentan esta elección son las propias virtudes de los estudios de caso, expuestas por Simons (2011): (a) el estudio de caso permite explorar de manera exhaustiva las prácticas de evaluación formativa informal y su complejidad; (b) el estudio de caso permite que se pueda llevar a cabo la interpretación de estas prácticas considerando los contextos determinados en los que se llevan a cabo; (c) al considerar las múltiples perspectivas de los docentes participantes y la complejidad de la interactividad docente-estudiante, el estudio de caso ayuda a explicar cómo y porqué ocurren de determinada forma; (d) el estudio de caso es útil para comprender el proceso y la dinámica de cambio que son propios de la evaluación formativa informal; y finalmente, (e) el estudio de caso permite la implicación de los participantes en el proceso de investigación, puesto que “reconoce la importancia de la co-construcción de la realidad percibida a través de las relaciones y las interpretaciones conjuntas que creamos en el campo” (Simons, 2011, p. 46), donde además el investigador tiene la oportunidad de reflexionar sobre el caso y sobre sí mismo.

El diseño de un estudio de caso es abierto y flexible. Si bien se requiere un diseño para el estudio, es importante considerar que “en muchos tipos de estudio de caso, el diseño es más emergente que preordenado” (Simons, 2011, p. 54). Específicamente en los estudios de caso con enfoque cualitativo, los diseños abiertos y emergentes permiten hacer cambios en el centro de atención conforme se avanza en la comprensión del caso. Sin embargo, esta flexibilidad no implica que se carezca de diseño alguno. Simons (2011) sugiere que al diseñar un estudio de caso se deben tener claros cuatro elementos: (1) las preguntas u objetivos de la investigación; (2) la metodología general; (3) los criterios para la selección de participantes; y (4) los procedimientos éticos que garanticen que los participantes recibirán un trato justo.

4.2 Participantes: selección de los casos

Las prácticas de evaluación formativa informal y sus elementos varían de formas cualitativamente distintas entre cada docente y dependen principalmente de cómo ellos experimentan, perciben y entienden el aprendizaje de sus estudiantes en el desarrollo de la actividad

conjunta. En este sentido puede decirse que no puede haber docentes que tengan prácticas de evaluación formativa informal idénticas, ni siquiera por el simple hecho de que laboren en la misma escuela. Debido a que un caso es una entidad específica, con un funcionamiento específico y además se considera como un sistema integrado (Gundermann-Kröll, 2013), consideré entonces a cada docente que participó en este estudio como una unidad de análisis y, por lo tanto, a cada uno como un caso.

La finalidad del estudio de caso como método en esta investigación es instrumental (Gundermann-Kröll, 2013), ya que busco comprender y explicar a profundidad la evaluación formativa informal que los profesores llevan a cabo en la asignatura de matemáticas, es decir, cada caso representa un instrumento para hacer una interpretación colectiva (Simons, 2011) de las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas. Como bien lo sugiere Stake (1999), “se suele decir que no todo constituye un caso” (p. 15), por lo que para que un docente pudiera conformarse como caso para esta investigación, el estudio de las características de sus formas de razonamiento y de su práctica educativa tenían que contribuir a la comprensión a profundidad del objeto de estudio y, a partir de ahí, generar teoría (Rule y Mitchell, 2015).

En un estudio de casos múltiple, los casos no se eligen con base en criterios de representatividad, ya que “no es una investigación de muestras” (Stake, 1999, p. 17) y no se busca una generalización hacia el universo de sujetos potenciales (Yin, 2014). De acuerdo con Gundermann-Kröll (2013), en una perspectiva instrumental, los casos permiten estudiar un fenómeno de interés y además permiten observar cómo los diferentes conceptos desarrollados en la teoría se manifiestan como tal en los casos, por lo que la elección de un caso tiene que estar orientada por su potencial de explicar el fenómeno.

Es así que, para iniciar con la selección de casos de esta investigación, comencé a plantearme la siguiente pregunta: ¿Qué profesores pueden ayudarme a comprender de mejor manera cómo se llevan a cabo las prácticas de evaluación formativa informal en una clase de matemáticas? Esto implicaba, en primer lugar, que los docentes que yo seleccionara tuvieran el potencial de desplegar este tipo de prácticas. Por lo que, como criterio principal para la selección, establecí que tenían que ser reconocidos por su comunidad como buenos profesores que ayudan a sus estudiantes a aprender. Este criterio se sustenta en el hecho de que en la literatura se ha reportado que las prácticas de evaluación formativa se asocian a una buena enseñanza (Burkhardt y Schoenfeld, 2019) y además tienen el potencial de ayudar a los estudiantes a mejorar en su aprendizaje (Bell y Cowie, 2002; Black y Wiliam, 1998a; Kingston y Nash, 2011; Ruiz-Primo y Furtak, 2006, 2007) y que “una buena enseñanza contribuye positivamente a hacer bueno el aprendizaje; y que una buena actividad de enseñanza y de aprendizaje hace buena la evaluación” (Álvarez, 2014, p. 34).

Para identificar los posibles casos que participarían en la investigación, solicité a un par de personas inmersas en el medio de formación de profesores de matemáticas, que me sugirieran

posibles profesores en servicio que cumplieran con el criterio establecido. De esta manera, contacté a cuatro profesores de matemáticas en la ciudad de Puebla, que de manera voluntaria accedieron a participar en la investigación. Tres de ellos se encontraban laborando en el nivel de secundaria y una profesora en el nivel superior; dos trabajaban en escuelas públicas y dos en privadas. Para cada uno de ellos, comprobé su reconocimiento como buen profesor de matemáticas en su comunidad por diferentes vías, entre las que se encuentran: entrevistas con directores, con representantes de padres de familia o con practicantes de escuelas normales que se encontraban trabajando con ellos durante el ciclo escolar; evaluaciones docentes; resultados de sus estudiantes en pruebas estandarizadas.

Durante el trabajo de campo realicé la construcción de datos iniciales con cada uno de los profesores de manera consecutiva, siguiendo el mismo procedimiento y utilizando los instrumentos que describo más adelante en este capítulo. Una vez obtenidos los datos de los cuatro profesores, pude identificar que dos de ellos en particular no podían constituirse como casos para esta investigación. La razón principal fue que ambos no me proporcionaron una planeación al inicio de las observaciones y tampoco proporcionaron elementos suficientes durante las entrevistas, que me permitieran identificar con precisión los ajustes que pudieran estar llevando a cabo en la interacción con los estudiantes como parte de la evaluación formativa informal, elementos que se consideran característicos y esenciales en la evaluación formativa (William y Leahy, 2007).

Con respecto a los dos profesores restantes –la profesora Paula y el profesor Braulio¹–, tomé la decisión de incluirlos como casos para esta investigación por las siguientes razones: (a) la comunidad donde se desempeñan los reconocía como excelentes profesores de matemáticas; (b) pude obtener evidencias sobre este reconocimiento; (c) durante el periodo de construcción de los datos, pude identificar prácticas de evaluación formativa informal correspondientes a cada uno de los momentos del ciclo y, de manera particular, ajustes en su enseñanza que tuvieron la finalidad de encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje. El caso del profesor Braulio fue analizado de la misma manera que el de la profesora Paula y, por lo tanto, se presentará de forma más sintética. A continuación, presento las principales características de cada caso y explico con más detalle estos elementos.

4.2.1 El caso de la profesora Paula.

La profesora Paula estudió una licenciatura, una maestría y un doctorado en ciencias matemáticas en una universidad pública. En el momento en que se realizó esta investigación, la profesora Paula tenía diez años cumplidos de experiencia docente en los niveles de secundaria, bachillerato, licenciatura y maestría, impartiendo asignaturas de toda la línea de matemáticas. La

¹ Los nombres han sido modificados con propósito de respetar el anonimato y la confidencialidad de la información proporcionada por los profesores.

mayor parte de su experiencia la había desarrollado en dos instituciones de educación superior privadas en la Ciudad de Puebla, en una de las cuales llevaba laborando nueve años como docente de tiempo completo en el área de matemáticas para las licenciaturas del área de ingenierías.

Para esta investigación, realicé once entrevistas a la profesora Paula y observé once sesiones de clase entre el 11 de abril y el 2 de mayo de 2017, correspondientes al tema de análisis de funciones en un grupo de la asignatura de Matemáticas I, donde se abordan principalmente contenidos de cálculo diferencial. Cabe destacar que el número de entrevistas que realicé a cada caso dependió de la cantidad de sesiones que destinó para concluir la secuencia didáctica propuesta por el mismo docente para esta investigación.

El reconocimiento de la maestra Paula como buena profesora de matemáticas lo pude constatar en las evaluaciones docentes que compartió para esta investigación. Ella obtuvo calificaciones en sus evaluaciones en el nivel de logro más alto. Entre los comentarios que plasmaron los estudiantes, se destacan los siguientes: la consideran como una profesora excelente; que domina los contenidos matemáticos y que tiene un amplio conocimiento; que los motiva a aprender más cada día; que su forma de enseñar considera diferentes contextos; que en el enfoque de su curso se puede profundizar en los conceptos para darles significado; que prepara materiales didácticos y que tiene una buena disposición para asesorar a los estudiantes; entre otros.

En el desarrollo de la secuencia de la maestra Paula en el aula, pude observar prácticas de evaluación formativa informal, lo cual se reflejó principalmente en ajustes a su enseñanza en las primeras sesiones. De igual forma, identifiqué que el tipo de recursos tecnológicos y el tipo de tareas matemáticas que ella proponía, parecían tener una fuerte influencia en estas prácticas y, de manera particular, en el tipo de información que ella obtenía sobre el aprendizaje en matemáticas de sus estudiantes.

4.2.2 El caso del profesor Braulio.

El profesor Braulio estudió una licenciatura en educación secundaria con especialidad en matemáticas en una escuela normal en la Ciudad de Puebla y no contaba con ningún posgrado. En el momento en que realicé las entrevistas y observaciones, el profesor Braulio tenía siete años de experiencia docente y había impartido clases en todos los niveles educativos, excepto en preescolar y no solo clases de matemáticas, sino también de física e informática. Con respecto a las matemáticas, él ha impartido cursos de Matemáticas Financieras, Matemáticas para Administración, Álgebra Lineal, Probabilidad y Estadística. El profesor Braulio ha laborado tanto en escuelas públicas como en privadas, siendo las últimas el lugar de su preferencia para trabajar. En el momento en que realicé esta investigación, el profesor tenía ya cuatro años cumplidos trabajando en la institución donde llevé a cabo las observaciones, desempeñándose como profesor de matemáticas en segundo y tercer grado de secundaria.

Para este caso, realicé once entrevistas y observé ocho sesiones de clase entre el 11 de septiembre y el 5 de octubre de 2017; en cinco sesiones, el profesor abordó los temas de relaciones de proporcionalidad y funciones lineales en un grupo de tercer grado de secundaria.

El reconocimiento del maestro Braulio como docente de matemáticas lo pude corroborar durante la entrevista con el director de la secundaria, quien refirió que los estudiantes le tienen mucho aprecio y que como docente tiene un buen manejo de herramientas pedagógicas. De igual forma compartió que, en la generación egresada en 2017, el grupo de tercero de secundaria donde enseñaba el maestro Braulio, obtuvo el mejor promedio general de la escuela en el Exani-I y que específicamente, ese mismo grupo obtuvo el mejor puntaje de la escuela en el área de Pensamiento Matemático de esa prueba.

Durante las observaciones de clase y en las entrevistas, pude percatarme que el profesor Braulio tenía prácticas de evaluación formativa tanto formales, como informales. De igual forma y gracias a que compartió la planeación detallada de sus sesiones, pude identificar los ajustes que fue realizando a lo largo de la secuencia didáctica y que tuvieron la finalidad de apoyar a los estudiantes y encaminarlos a los propósitos declarados en la planeación.

No continué con la búsqueda de más casos para esta investigación, porque identifiqué que ambos profesores se podían conceptualizar como casos contrastantes a partir de los posibles conocimientos que hayan podido construir a lo largo de su trayectoria y formación profesional. Este contraste permitiría explorar a profundidad diversas prácticas y avanzar hacia la comprensión de la evaluación formativa informal en contextos de aulas de matemáticas reales.

El elemento de contraste de ambos casos lo identifiqué en el tipo de conocimientos que ambos han desarrollado a lo largo de su trayectoria como docentes. Así, la formación inicial del profesor Braulio en una escuela normal, me llevó a asumir que tenía un conocimiento pedagógico más profundo, aspecto que fue referido por el subdirector de la secundaria de su escuela. De acuerdo a mi perspectiva, este conocimiento se vio reflejado en una diversidad de estrategias asociadas a la evaluación formativa informal desplegadas en el aula, así como en su práctica de planeación. Por otro lado, a partir de la formación universitaria en matemáticas de la profesora Paula –licenciatura, maestría y doctorado–, asumí que ella tenía un conocimiento disciplinar más profundo, mismo que juega un rol primordial en la atención por parte del docente (Coffey y Edwards, 2016) y como tal, en las tres habilidades en situación (Stahnke et al., 2016). Con base en mi perspectiva, este se vio reflejado en el tipo de conversaciones de evaluación que mantuvo con sus estudiantes al inicio de la secuencia didáctica.

En la Tabla 5 presento información sobre los dos profesores que se consideraron como casos para esta investigación y sobre los temas que se abordaron durante las observaciones de sus clases.

Tabla 5.*Casos de la investigación y temas de las secuencias didácticas observadas*

Docente	Años de experiencia docente	Grado escolar	Tema de la secuencia didáctica observada
Paula	10	Nivel superior	Análisis de funciones
Braulio	7	3° de secundaria	Proporcionalidad y funciones lineales

Nota. Datos recabados por la autora en 2017.

4.3 Instrumentación

Para caracterizar las prácticas de evaluación formativa informal de los profesores de matemáticas, fue necesario recolectar datos durante las tres fases de la enseñanza (Jackson, 2001): la preactiva, la interactiva y la postactiva. Así, en la fase preactiva busqué información relacionada con la planeación de la clase, las metas de aprendizaje y los propósitos definidos por el profesor, así como con sus intenciones y expectativas para el aprendizaje de los estudiantes en la secuencia. En la fase interactiva busqué información relacionada con el tipo de evidencia sobre el aprendizaje de los estudiantes que obtuvo el profesor durante la interacción con ellos en el aula, las estrategias que utilizó para ello y los posibles ajustes o acciones que llevó a cabo para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje. Finalmente, en la fase postactiva busqué información relacionada con los ajustes realizados y los resultados alcanzados desde la perspectiva del profesor y también busqué acceder a sus interpretaciones sobre aquello que notó durante la fase interactiva de su enseñanza. De manera específica, para recabar los datos durante las fases preactiva y postactiva, utilicé como instrumentos entrevistas semi-estructuradas, en donde para algunas de ellas recurrí a la técnica de estimulación del recuerdo. Para la fase interactiva realicé observaciones no participantes en el aula. A continuación, explico cada uno de estos instrumentos.

4.3.1 Entrevistas.

Para esta investigación utilicé tres tipos de entrevistas, que denominé: (a) entrevista de primer contacto, (b) entrevista inicial y (c) entrevistas de seguimiento. De manera particular, las entrevistas de seguimiento las dividí en dos: (c.1) entrevista previa a la sesión de clase y (c.2) entrevista posterior a la sesión de clase. Todas fueron de tipo semi-estructurado y para cada una de ellas construí un guion con determinados temas y un conjunto de preguntas propuestas para cada tema. Las entrevistas las realicé de manera libre y dependiendo del contenido y diálogo que iba construyendo con cada participante, seleccioné las preguntas y el orden de las mismas. En diversas ocasiones, cuando el participante proporcionaba información que requería mayor profundización para comprender su perspectiva, utilicé preguntas que no estaban en el guion. En este sentido,

apliqué lo que Kvale (2011) menciona con respecto a su aplicación durante la entrevista:

Dependerá del estudio particular el que las preguntas y sus secuencias estén estrictamente predeterminadas y sean vinculantes para los entrevistadores o que deje al juicio y al tacto del entrevistador decidir cuándo ceñirse a la guía y cuándo profundizar en las respuestas de los entrevistados y las nuevas direcciones que puedan abrir (p. 85).

Entrevista de primer contacto. Esta entrevista la apliqué cuando contacté por primera vez al docente, tuvo una duración promedio de una hora y estuvo dividida en tres partes principalmente. En la primera parte solicité información personal del profesor relacionada con su formación inicial, su experiencia en la docencia y su trabajo. La segunda parte estuvo enfocada a obtener información sobre el grupo en el cual se realizarían las observaciones. La última parte tuvo como propósito indagar los requerimientos para poder ingresar al campo, como por ejemplo los diferentes documentos para solicitar permisos, posibles entrevistas con autoridades educativas, padres de familia o estudiantes. El protocolo de esta entrevista se puede consultar en el Apéndice 2.

Entrevista inicial. Esta entrevista la llevé a cabo antes de iniciar con las observaciones de la secuencia didáctica en el aula y tuvo como propósito indagar las creencias y posiciones epistemológicas y pedagógicas del docente con respecto a la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y con respecto a la evaluación. La entrevista tuvo una duración promedio de hora y media y estuvo conformada por cinco ejes de indagación, los cuales están relacionados con los elementos de la fase preactiva de la enseñanza propuestos por García-Cabrero et al. (2008) y con sus conocimientos y creencias sobre la evaluación como lo proponen Abell y Siegel (2011). Los ejes de indagación de la entrevista son los siguientes: (a) perspectiva y creencias sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; (b) forma de planeación de las clases; (c) la conducción de la clase; (d) valores y principios asociados a la evaluación; y (e) conocimiento de los propósitos y el objeto de la evaluación. El protocolo de la entrevista se puede consultar en el Apéndice 3.

Entrevista previa a la sesión de clase. Esta entrevista semi-estructurada la llevé a cabo antes de cada sesión de clase que sería observada y su finalidad era identificar las metas de aprendizaje que tenía planteadas el profesor para dicha clase, las actividades de aprendizaje que implementaría, así como también los instrumentos o técnicas de evaluación que utilizaría. La información arrojada en esta entrevista permitió entender de antemano aspectos relevantes para el docente, a los cuales se debería prestar atención durante la observación de la clase al día siguiente y para identificar los posibles cambios o ajustes que pudiera realizar durante la interacción con los estudiantes en el aula.

La entrevista la dividí en dos ejes de indagación principalmente. En el primer eje abordé la planeación del docente y sus tres momentos (Wiggins y McTighe, 2017): definición de metas o propósitos para el aprendizaje, evidencias para la evaluación y plan o secuencia de aprendizaje. En el segundo eje retomé elementos del noticing del docente, por ejemplo, cómo se daría cuenta de

que las metas de aprendizaje se lograron al final de la sesión de clase –lo que también está relacionado con los criterios de éxito y metas de aprendizaje–, el tipo de respuestas y métodos de solución que esperaba que los estudiantes proporcionaran a los problemas o tareas matemáticas, las posibles dificultades de aprendizaje y errores de los estudiantes y la forma como se daría cuenta de ellos, y posibles situaciones inesperadas que pudieran surgir durante la interacción con los estudiantes en el aula. La guía de esta entrevista se puede consultar en el Apéndice 4.

Entrevista posterior a la sesión de clase. Después de cada sesión de clase, solicité al profesor que participara en una entrevista semi-estructurada. La finalidad de esta entrevista era identificar las reacciones y reflexiones del docente con respecto a la sesión de clase que fue observada, así como también sus interpretaciones sobre los posibles episodios de evaluación formativa informal que tanto el docente o yo como investigadora, hubiéramos identificado. En esta entrevista utilicé, en la medida de lo posible y cuando fue necesario, la técnica de estimulación del recuerdo.

La entrevista la dividí en cuatro ejes de indagación, donde para tres de ellos consideré las tres preguntas guía que se constituyen en el fundamento de la evaluación formativa (Hattie y Timperley, 2007; Sadler, 1989; Wiliam y Leahy, 2007) y que son la base para el modelo teórico asumido para la caracterización de las prácticas de evaluación formativa informal de esta investigación y que expliqué en el segundo capítulo: (a) ¿Hacia dónde vamos?; (b) ¿Dónde estamos ahora?; y (c) ¿Cómo cerramos la brecha? El cuarto eje estuvo destinado al análisis de episodios de la clase en específico.

Los temas abordados en el primer eje de indagación tuvieron que ver con el conocimiento y claridad que tenga el docente de las metas de aprendizaje; con la comunicación de esas metas a los estudiantes; con el uso de las metas para la toma de decisiones y con los posibles cambios que hayan sufrido dichas metas como resultado de la interacción con los estudiantes en el aula. El segundo eje retomó el noticing del profesor durante la interacción con los estudiantes en el aula y cómo el profesor se dio cuenta de los siguientes temas: los conocimientos previos de los estudiantes, en caso de que fuera inicio del tema; el nivel de logro de las metas de aprendizaje al finalizar la sesión de clase; las respuestas y métodos de solución evidenciados por los estudiantes; las posibles dificultades de aprendizaje y errores de los estudiantes durante las actividades propuestas por el docente; y las situaciones inesperadas que surgieron durante la interacción. Los temas abordados en el tercer eje tuvieron que ver con las acciones que llevó a cabo el docente y que tenían la intención de ayudar a los estudiantes a aprender mejor y a encaminarlos hacia las metas de aprendizaje, las cuales realizó como consecuencia de la información que notó e interpretó; con la retroalimentación que les brindó; y con los posibles ajustes que haya hecho a la instrucción.

En la última parte de la entrevista mostré al docente los segmentos del video que se identificaron durante la interacción y que, a mi juicio como investigadora, representaban posibles instancias de evaluación formativa informal. En esta parte de la entrevista solicité al docente que

explicara qué es lo que estaba ocurriendo en ese momento, qué estaba pensando en ese momento y las razones que lo llevaron a tomar determinadas decisiones y cómo estas contribuyeron a los propósitos o metas de aprendizaje que tenía para la sesión. Cabe destacar que esta parte fue variable para cada entrevista, puesto que dependía de lo ocurrido durante cada sesión de clase. Hubo ocasiones en que no detecté alguna instancia de evaluación formativa informal durante la observación y, por lo tanto, esta parte de la entrevista no se llevó a cabo. El guion de la entrevista se puede consultar en el Apéndice 5.

4.3.2 Observación no participante en aula.

En cada sesión de clase de la secuencia didáctica de cada profesor llevé a cabo observaciones de tipo no participante. La observación es central para la investigación con enfoque interpretativo, puesto que permite descubrir las interacciones complejas que se llevan a cabo en entornos sociales (Marshall y Rossman, 2011), que en este caso es el aula. Como parte de las observaciones, utilicé notas de campo, en las cuales registré diferentes eventos que ocurrieron durante la interacción, comportamientos del docente y de los estudiantes, las tareas matemáticas propuestas por el docente, el clima del aula percibido, posibles acciones o ajustes para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje, entre otras cosas. De manera específica, en las notas de campo registré posibles episodios donde el docente estuviera llevando a cabo ciclos de evaluación formativa informal.

En todos los casos, ingresé al campo de manera más libre y sin ningún tipo de guía de observación. Sin embargo, para identificar los momentos en los que el docente pudiera estar llevando a cabo un ciclo de evaluación formativa informal, consideré las formas que Lineback (2016) sugiere para capturar episodios sobre el noticing del docente durante la interacción con los estudiantes: (1) momentos donde el docente haya realizado comentarios o preguntas que retomen o den seguimiento a ideas expuestas por los estudiantes; (2) que el docente haya llevado a cabo “cambios en su dirección” (*redirections*), los cuales son preguntas o comentarios por parte del docente que interrumpen el flujo de una actividad y pretenden cambiar la orientación y/o atención de los estudiantes de un fenómeno, actividad o pregunta científica a otra; o bien (3) eventos específicos del noticing del docente, que fueran significativos desde mi perspectiva como investigadora.

4.4 Procedimiento

Como primera instancia, al haber identificado el docente cuya práctica tuviera el potencial de cumplir con el criterio planteado para la selección de los casos al inicio de la investigación, llevé a cabo la entrevista de primer contacto y la entrevista inicial, las cuales fueron grabadas con audio. Dependiendo de las circunstancias de cada docente, las dos entrevistas las apliqué en momentos

diferentes o bien, al mismo tiempo en el espacio y tiempo destinados por el maestro. A partir de la información recabada, tomé la decisión de considerar o no al docente como caso para la investigación.

Una vez que determiné que el docente representaba un buen caso para ser documentado e incluido en la investigación de esta tesis, definí con él o ella las fechas y horarios para iniciar con las observaciones en el aula, de tal forma que pudiera observar una secuencia didáctica completa para el tema que el profesor eligiera. La duración de las observaciones en cada caso fue variable, ya que dependió de la cantidad de sesiones que le llevó al profesor iniciar, desarrollar y terminar su secuencia didáctica del tema en cuestión, así como también de los imprevistos propios de la actividad escolar o bien, emergencias nacionales como fue el sismo ocurrido en septiembre de 2017, que tuvo como consecuencias que las escuelas estuvieran cerradas por varios días.

Cada una de las sesiones de clase de la secuencia didáctica fueron grabadas con dos cámaras de video. Una de ellas la coloqué al fondo del salón, de tal forma que tuviera una toma del profesor y del pizarrón. La segunda cámara la coloqué con un tripie en una de las esquinas al frente del salón con vista a los estudiantes, o bien, la utilicé de manera móvil para grabar las actividades realizadas por el profesor y los estudiantes dentro y fuera del salón de clase. Para asegurar la fidelidad de las conversaciones y, sobre todo, asegurar la precisión de toda la información expresada por el profesor durante la interacción, le proporcioné un micrófono inalámbrico de alta calidad que se conectó a una de las cámaras de video.

Antes de llevar a cabo la observación de cada una de las sesiones clase, apliqué la entrevista previa a la sesión de clase. Para optimizar y no requerirle más tiempo al docente, esta entrevista la realicé generalmente en el mismo tiempo destinado por el docente para la entrevista posterior a la sesión de clase de la sesión anterior. Todas las entrevistas fueron grabadas con audio. Después de la observación de cada sesión de clase, descargué los videos en la computadora para seleccionar, en caso de que así lo hubiera determinado, el episodio que mostraría al docente en la última parte de la entrevista posterior a la sesión de clase, considerando la técnica de estimulación del recuerdo (Clark y Peterson, 2011).

Con la finalidad de asegurar que el docente tuviera presente la mayor cantidad de detalles sobre la sesión de clase observada, busqué que las entrevistas de seguimiento se llevaran a cabo el mismo día de la observación, para lo cual solicité al docente un espacio de media hora. Sin embargo, no en todos los casos fue posible. Debido a diferentes actividades o situaciones inesperadas, el docente canceló las entrevistas de seguimiento. Para obtener las interpretaciones y pensamiento del docente de esa sesión, hice ajustes a las entrevistas de la sesión del día siguiente.

Finalmente, en el transcurso de las entrevistas de seguimiento, fui identificando evidencias o artefactos que se consideraron relevantes para documentar cada caso. En las entrevistas solicité de manera amable al profesor que compartiera dichas evidencias para la investigación, las que

incluyeron, por ejemplo, sus planeaciones, el trabajo de sus estudiantes, copia de actividades que implementó, evaluaciones docentes, registro del desempeño de los estudiantes en pruebas estandarizadas, entre otros. No en todos los casos los docentes compartieron la información solicitada.

4.5 Análisis de los datos

En esta investigación los datos fueron contruidos a partir de cuatro vías principalmente: audios de entrevistas semi-estructuradas, videograbaciones de sesiones de clase, notas de campo y otros artefactos recolectados durante la documentación de cada caso. Tanto los audios de las entrevistas como las videograbaciones de las sesiones de clase fueron transcritos en su totalidad. Un ejemplo de una transcripción de una de las entrevistas de seguimiento se puede consultar en el Apéndice 6.

De acuerdo con lo sugerido por Yin (2014) para el análisis de casos múltiples con al menos dos casos, asumí en esta investigación la técnica de análisis denominada síntesis intercaso (*cross-case synthesis*). Con base en esta técnica, a cada caso se le trata como un estudio de caso único, para después llevar a cabo una comparación y así realizar el análisis intercaso. Para iniciar con el análisis de los datos de cada caso, y con base en la perspectiva teórica definida para esta investigación, asumí un enfoque interpretativo y en diversas etapas, las cuales consideré principalmente a partir de los niveles de la actividad conjunta en el aula (Coll et al., 1992; García-Cabrero, 2002; Wells, 1996): macro, meso y micro.

En la mayor parte de estas etapas llevé a cabo un proceso de codificación recursivo de tipo *etic-emic* (MacQueen y McLellan, 1998; Sherin y Russ, 2014). Para la perspectiva *etic*, tomé como categorías iniciales los cuatro momentos o actividades del ciclo de la evaluación formativa y que se encuentran en el modelo teórico para la caracterización de estas prácticas en el segundo capítulo. Estas categorías me sirvieron –como lo propone Yin(2014)– para conformar la estructura de variables e indicadores a observar y analizar en cada caso, de tal manera que permitiera posteriormente la comparación. Para cada uno de los elementos del modelo teórico propuesto en esta investigación, construí un conjunto de preguntas guía a manera de un heurístico para identificar las prácticas y estrategias asociadas a cada momento del ciclo de la evaluación formativa informal y en cada nivel de actividad conjunta en el aula, de una manera muy similar como lo proponen Ruiz-Primo y Li (2013), las cuales muestro en la Tabla 6.

Tabla 6.

Preguntas guía para la codificación de prácticas de evaluación formativa informal

		Momentos del Ciclo de la Evaluación Formativa Informal			
		¿Hacia dónde vamos?	¿Dónde estamos?		¿Cómo cerramos la brecha?
		Clarificar las expectativas, metas y evidencias de aprendizaje	Recolectar/ obtener información	Interpretar la información recolectada	Utilizar la información para ajustar la instrucción
Nivel de actividad conjunta en el aula	Macro	1. ¿Cuáles son las metas y/o expectativas de aprendizaje del docente para la secuencia didáctica/sesión de clase?	3. ¿Cuáles son las principales formas y/o estrategias que utiliza el docente para obtener evidencia sobre el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes?		8. ¿Qué tipo de ajustes realiza el docente para encaminar a los estudiantes a las metas de aprendizaje?
	Meso	2. ¿Cómo introduce, comparte y/o clarifica el docente las metas de aprendizaje con los estudiantes?			
	Micro		4. ¿Qué tipo de evidencias sobre el aprendizaje en matemáticas obtiene el docente durante el diálogo con los estudiantes?	5. ¿Cómo reconoce el docente las ideas/expresiones de los estudiantes durante el diálogo con ellos?	9. ¿Qué tipo de movimientos de respuesta realiza el docente durante el diálogo con los estudiantes?
	Sin nivel			6. ¿Qué tipo de evidencia sobre el aprendizaje en matemáticas del estudiante es atendida por el docente? 7. ¿Qué tipo de interpretaciones realiza el docente sobre la evidencia del aprendizaje en matemáticas del estudiante?	

Nota. Preguntas guía derivadas del modelo teórico propuesto para la caracterización de prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas. Elaboración propia

El análisis de los datos lo llevé a cabo en distintas etapas, las cuales explico a continuación. En algunas de estas etapas tuve que realizar una codificación de los datos, la cual realicé de manera recursiva bajo una perspectiva *etic-emic*. Para la perspectiva *etic*, llevé a cabo un primer ciclo de codificación estructurada (Saldaña, 2009), que permitió categorizar el corpus de datos de manera inicial. Para la perspectiva *emic*, realicé un segundo ciclo de codificación, en donde retomé el método de comparación constante (Charmaz, 2000; Strauss y Corbin, 2002) para analizar los diferentes segmentos previamente codificados, de tal manera que pudieran emerger códigos de los datos. Las etapas del análisis son las siguientes:

1. Análisis a nivel macro: “desmontaje de las sesiones”. A partir de lo propuesto por Coll et al. (1992), realicé el análisis de la interactividad de la secuencia didáctica de cada uno de los casos. Para ello, identifiqué y nombré a las estructuras de actividad de cada una de las sesiones de la secuencia didáctica a partir de dos criterios básicos sugeridos por estos autores: el contenido o la unidad temática de lo cual hablan o se ocupan los participantes y los patrones específicos de comportamientos y actuaciones dominantes. Así, construí una matriz para cada sesión de clase donde registré los siguientes elementos: código de la sesión, estructura de actividad, formas de interacción, tarea matemática utilizada por el profesor, duración en minutos, presencia de conversaciones de evaluación. Posteriormente, construí unos cuadros de síntesis de los segmentos de actividad conjunta (SAC) por sesión con su respectiva duración en términos absolutos y relativos, donde identifiqué aquellas sesiones con posible presencia de acciones o ajustes por parte del profesor y donde además marqué con color y asigné un código a aquellos segmentos de actividad conjunta con presencia de conversaciones de evaluación. Tanto la matriz por sesión como los cuadros de síntesis me permitieron después construir el mapa de interactividad de la secuencia didáctica y una tabla con la descripción de los patrones de actuaciones dominantes. El mapa de la secuencia didáctica de cada caso se puede consultar en el capítulo de resultados y las tablas se pueden consultar en los Apéndices 8 y 11 respectivamente.
2. Análisis a nivel macro-meso: momentos de los ciclos de evaluación formativa informal. Para cada una de las sesiones de la secuencia didáctica que identifiqué con posibles acciones o ajustes de evaluación formativa informal por parte del profesor, construí una narrativa respondiendo las preguntas guía a nivel macro y meso –preguntas 1, 2, 3 y 8. Para poder construir estas respuestas, revisé de nuevo el video de la sesión, la transcripción de la misma, mis notas de campo, las entrevistas que se realizaron al profesor de forma previa y posterior a la sesión, la planeación entregada por el maestro y cualquier otra evidencia que recabé durante esa clase. En la construcción de la narrativa, fueron emergiendo códigos, los cuales registré en una matriz de síntesis para cada caso.
3. Codificación de las entrevistas. Las entrevistas de primer contacto e inicial de cada caso las

categoricé con el software *Atlas.ti*. De igual forma, las entrevistas de seguimiento de las sesiones con presencia de evaluación formativa informal las codifiqué en este software. Sin embargo, la reducción y relativización de los datos a través de la codificación y posterior construcción de categorías resultó problemática, puesto que estas categorías perdían sentido si se desvinculaban del contexto de la sesión a la que se referían. Por esta razón, opté por un proceso de codificación más “rústico”, donde extraje los fragmentos de la entrevista donde el profesor hablaba sobre lo ocurrido en la sesión y, de manera particular, aquellos relacionados con posibles ciclos de evaluación formativa informal. Categoricé estos fragmentos con base en los cuatro momentos del ciclo, utilizando códigos de color, de tal manera que se pudieran distinguir de manera más clara los ciclos de evaluación formativa informal.

4. Análisis a nivel micro: codificación de las conversaciones de evaluación. De los episodios identificados con presencia de conversaciones de evaluación, seleccioné el más representativo para cada tipo de segmento de actividad conjunta. Estos episodios elegidos los trasladé a un archivo en Excel, en donde codifiqué línea por línea mediante el sistema ESRU (Ruiz-Primo y Furtak, 2006, 2007). De acuerdo con este sistema, asigné un código para cada turno en el habla correspondiente a una fase del ciclo de evaluación formativa informal a nivel micro del discurso en el aula: obtener información (E), respuesta del estudiante (S), reconocer (R) y utilizar (U). Para la perspectiva *etic* utilicé códigos propuestos tanto por Ruiz-Primo y Furtak (2006, 2007) como por Ellis et al.(2019). De igual forma y de manera paralela, codifiqué el contenido matemático de la fase (E) –obtener información— con la finalidad de identificar el tipo de información que obtiene el profesor sobre el aprendizaje en matemáticas de sus estudiantes. Finalmente, identifiqué los ciclos completos —aquellos que tienen los cuatro elementos— y los ciclos incompletos —aquellos que tienen tres (ESR) o bien solo dos de ellos (ES). A partir de esta codificación, generé matrices de síntesis, lo que me permitió responder a las preguntas 3, 5 y 8. Las matrices de síntesis de la profesora Paula y del profesor Braulio se pueden consultar en los Apéndices 9 y 12 respectivamente.
5. Análisis intercaso. Para la comparación de ambos casos, generé una meta-matriz parcialmente ordenada (Miles et al., 2014) de acuerdo con cada momento del ciclo de evaluación formativa informal. Esto me permitió identificar las similitudes y diferencias entre ambos casos. La comparación de ambos casos la llevé a cabo de acuerdo con las categorías iniciales correspondientes a los momentos del ciclo de la evaluación formativa informal. Dentro de cada categoría, realicé la comparación con base en cada nivel de la actividad conjunta –macro, meso y micro.

4.6 Reflexividad y consideraciones éticas

La reflexividad en la investigación cualitativa se entiende principalmente como el proceso a través del cual el investigador tiene un diálogo interno consigo mismo, donde reconoce y toma responsabilidad de su posicionamiento y del efecto de este en todo el proceso de investigación y en el resultado final (Berger, 2013). De acuerdo con Marshall y Rossman (2011), en todo reporte de investigación se debe incluir una reflexión sobre la identidad del investigador, sobre el sentido de su voz, sus perspectivas, suposiciones y sensibilidades. Esta reflexión se debe articular en los elementos del rol del investigador, el acceso a los participantes en la investigación, la ética y la entrada al campo, así como también en el manejo de los datos, el análisis y el reporte de los resultados.

Con respecto a mi rol como investigadora, reconozco que mi identidad, mis valores, mi experiencia y mi formación profesional, que en su conjunto constituyen los posibles sesgos del investigador (Marshall y Rossman, 2011), influyeron en todas las etapas de la investigación. Así, todas las experiencias y conocimientos que he desarrollado a lo largo de mi historia han constituido, igual que en los profesores participantes de este estudio, mi visión profesional. Esta visión profesional influyó en el planteamiento del problema y en la construcción del objeto de estudio, en la selección de los participantes del estudio, en mi posicionamiento teórico, en las formas de mirar e interpretar los diferentes eventos que ocurrieron en las aulas, en la elección de los métodos para el análisis y en el mismo proceso de análisis y reporte de resultados, entre otros.

En primer lugar, mi visión profesional tuvo una fuerte influencia en la construcción del objeto de estudio y de la problemática. Mis lecturas e interpretaciones sobre las diferentes investigaciones latinoamericanas sobre este tema y, de manera particular en México, me llevaron a concluir que la visión y posicionamiento de la mayoría de los investigadores los han llevado a construir y presentar a la práctica docente del profesor de matemáticas desde una condición deficitaria. Es decir, las formas como determinados investigadores han abordado el estudio de las prácticas de evaluación de los docentes de matemáticas los ha llevado a documentar las ausencias y lo que los docentes de matemáticas no hacen en cuanto a la evaluación formativa.

Si bien estas investigaciones no se pueden considerar erróneas o equivocadas, puesto que son aportes de conocimiento para el campo, considero que es necesario investigar las prácticas de los profesores desde sus posibilidades y fortalezas. El trabajar de cerca con profesores de matemáticas durante sus procesos de formación, me ha permitido reconocer en ellos un gran interés y preocupación, además de mucho empeño, que se refleja en un arduo trabajo con sus estudiantes para ayudarlos a aprender mejor matemáticas.

A partir de esto considero que es fundamental entender y documentar a profundidad qué es lo que los profesores de matemáticas sí hacen en sus aulas con respecto a la evaluación formativa. Para poder lograr este entendimiento, se requiere observar la problemática desde otra mirada. Una

mirada que permita acceder a la perspectiva de los docentes; que salvaguarde la complejidad de sus prácticas; que permita documentar desde dónde se posicionan; cómo abordan a partir de sus experiencias, conocimientos y visión profesional las vicisitudes derivadas de las interacciones en el día a día con sus estudiantes en las aulas; una mirada que se abra a la posibilidad y que permita construir conocimiento para apoyar a otros docentes de matemáticas a mejorar su práctica.

En este mismo sentido, reconozco que en todo momento partí del supuesto de que las prácticas observadas durante la interacción tenían que ser documentadas, analizadas y reportadas considerando la perspectiva de lo que significa aprender matemáticas para cada docente participante en este estudio. Esto implica “colocar en el centro de atención a las personas y sus procesos de significación, es decir, enfocar la manera subjetiva en que interpretan, dan sentido a lo que ocurre y actúan” (Fierro y Fortoul, 2017, p. 62). Por lo tanto, considero que todos los elementos del ciclo de evaluación formativa informal que observé y que también declararon los docentes en las entrevistas, tenían una intención genuina y una lógica para encaminar a los estudiantes a las metas de aprendizaje definidas por el mismo docente, y que si bien bajo los ojos de cualquier otro observador pudiesen no haber sido las mejores o las más efectivas para el logro de los aprendizajes, para el docente representaron en ese momento y bajo esas circunstancias la mejor opción para ello.

En una investigación, sobre todo si involucra a personas, se debe considerar y atender cualquier problemática de tipo ético. Marshall y Rossman (2011) argumentan que cualquier práctica de investigación ética deber estar fundamentada en los principios morales de respeto a las personas, beneficencia y justicia. En primer lugar, contemplé esta dimensión a través de los consentimientos informados. Elaboré una carta dirigida a las autoridades educativas y al docente, donde: (1) solicité de manera formal su apoyo para que el docente en cuestión participara en la investigación; (2) expliqué el objetivo general de la tesis y los instrumentos de recolección de datos que implementaría; (3) expliqué los compromisos éticos adquiridos de mi parte; y (4) expuse la relevancia y justificación de la investigación. De manera adicional, elaboré un formato que entregué junto con la carta, donde expliqué con mayor detalle el punto (3). Los formatos de ambos documentos se pueden consultar en los Apéndices 13 y 14 respectivamente. En cada caso, los docentes firmaron de conformidad el formato o bien, recibí por parte de las autoridades educativas una carta donde se me daba a conocer que me otorgaban el permiso para realizar la investigación.

En segundo lugar, durante el proceso de selección de los casos y antes de ingresar al campo, expliqué a cada profesor a grandes rasgos en qué consistía la investigación, el procedimiento para la recolección de los datos, el análisis y reporte de los resultados. A partir de esa explicación, di oportunidad al profesor de decidir si quería participar, mostrando comprensión en caso de que tomara la decisión de no hacerlo. Durante las grabaciones y las observaciones busqué evitar el alterar la naturalidad de la situación en la medida de lo posible, ni que estas generaran ningún tipo de inconveniente o daño al docente o a los estudiantes. En todo momento, traté de adaptarme a sus

decisiones en cuanto a la secuencia de las actividades en el salón de clase, a la disponibilidad de sus tiempos y horarios para realizar las grabaciones y entrevistas, mostrando siempre una actitud amable.

A lo largo de toda la investigación busqué respetar la intimidad de los participantes y garantizar la confidencialidad de su información, al cambiar el nombre del docente y los estudiantes en las transcripciones y en la redacción del análisis de los datos y al no proporcionar ni el nombre de la escuela ni su ubicación. De igual forma, busqué en diferentes momentos que cada participante estuviera consciente y se sintiera en confianza para terminar con la investigación, en caso de que se sintiera incómodo o así lo deseara.

Si bien estoy consciente de que no hay forma de pagar el gran favor que hicieron tanto los docentes como los estudiantes que participaron en este estudio para abrir la puerta de su salón de clase y compartir conmigo sus propósitos, expectativas, reflexiones e interpretaciones sobre el acontecer del aula, me comprometí con la devolución de la información mediante la entrega de dos ejemplares de la tesis doctoral, una vez que esta estuviera finalizada. De igual forma, en este mismo sentido de devolución, dos de los profesores participantes me solicitaron que al final del levantamiento de los datos les proporcionara retroalimentación sobre sus prácticas de evaluación formativa, a lo cual accedí explicando siempre que la investigación no consistía en una evaluación de sus prácticas. Con respecto a los estudiantes, en la última observación de la secuencia llevé dulces para todo el grupo como muestra de mi agradecimiento a su disposición y apertura.

Finalmente, durante el proceso de análisis y reporte de los resultados busqué honrar la perspectiva, las interpretaciones y la voz de los profesores. De manera consciente, durante el proceso de análisis y en la escritura de este documento, traté de apegarme a lo ocurrido en las aulas y de estar consciente de mi posicionamiento, mi rol y mis posibles sesgos como investigadora, para guardar y reflejar el sentido otorgado por los profesores a la información atendida por ellos, a sus interpretaciones y a sus acciones. Reconozco que, en el proceso de investigación, existe la tentación de juzgar las prácticas docentes desde un marco normativo o prescriptivo, señalando lo que debería hacerse o lo que se considera correcto desde una perspectiva teórica. Sin embargo, mi intención fue alejarme de esta postura y centrarme en comprender las prácticas desde la perspectiva de los propios docentes, sin imponer interpretaciones externas que pudieran desvirtuar su significado. Considero que esta reflexión es relevante para otros profesores-investigadores que enfrentan el desafío de analizar la práctica docente sin caer en juicios que no reflejen la complejidad del contexto en el que los docentes toman sus decisiones.

4.7 Reflexiones sobre la calidad del diseño de investigación

Para valorar la calidad del diseño de investigación en un estudio de casos múltiple, Yin (2014) propone tres pruebas lógicas con determinados procedimientos, que sugiere que se implementen

en diferentes momentos del proceso de la investigación. La primera prueba se refiere a la validez de constructo, que tiene que ver con la adecuación de las inferencias realizadas con respecto al objeto de estudio sobre la base de las observaciones y mediciones realizadas. En esta investigación, busqué asegurar la validez de constructo de las prácticas de evaluación formativa informal a través del uso de múltiples fuentes de evidencia (Yin, 2014), que condujeran hacia los mismos hallazgos y los corroboraran. Estas fuentes incluyeron los videos de las sesiones de clase, mis notas de campo, las entrevistas al profesor, su planeación, hojas de trabajo entregadas durante la clase, entre otros, que recabé en múltiples ocasiones y por un periodo extendido de tiempo.

En este mismo sentido, como estrategias de corroboración que contribuyeran al fortalecimiento de la validez de constructo y a la credibilidad de esta investigación, utilicé la triangulación y el cuestionamiento de pares (Yin, 2014). Con respecto a la triangulación, durante el periodo de las observaciones y en el análisis de resultados, la constante vinculación y corroboración de información entre los videos, las notas de campo, planeación del docente y la información proporcionada en las diferentes entrevistas, permitieron confirmar o desechar las interpretaciones que hice de los hechos ocurridos en el aula, como, por ejemplo, si determinada acción del docente se podía considerar como un ajuste en un ciclo de evaluación formativa informal. De esta manera también se pudo salvaguardar la propia perspectiva de los participantes en la investigación sobre los ajustes realizados.

La dinámica de los seis seminarios de evaluación y el seminario de ajuste en el programa doctoral, donde seis personas y expertos en el tema llevaron a cabo la lectura del documento en sus diferentes fases de construcción, así como el cuestionamiento de los planteamientos teóricos y metodológicos, permitieron que se fuera manteniendo una cadena de evidencia (Yin, 2014), es decir, una estrategia que asegura la existencia de una alineación y consistencia entre el objeto de estudio, las preguntas de investigación, el método, la evidencia recolectada y el reporte de los resultados.

La segunda prueba tiene que ver con la validez externa, que se refiere al nivel de generalización de los resultados de la investigación y a la posible extrapolación de los mismos fuera del caso. El objetivo general de este trabajo se planteó caracterizar las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas y para ello propuse una serie de preguntas de investigación que privilegian la comprensión de dichas prácticas a profundidad, lo cual solo se puede hacer en el contexto donde fueron originadas. Como en todos los estudios de caso, no se busca una generalización de tipo estadístico, sino que responde a la lógica de una generalización “clínica”, es decir, a partir de la profundización de un número reducido de casos seleccionados de forma cuidadosa y estratégica (Giménez, 2012). Esto implica que en este estudio busco una generalización analítica (Yin, 2014), la cual es más de tipo conceptual y pretende “la expansión a otros casos de una teoría o de un modelo que ha permitido analizar (exitosamente) un caso

concreto”(Giménez, 2012, p. 49). Si bien la generalización de estudios de caso es “limitada, frágil y modesta”(Giménez, 2012, p. 59), el hecho de que el diseño sea un estudio de casos múltiple, contribuye al fortalecimiento de la validez externa.

La tercera y última prueba se refiere a la confiabilidad de la investigación. Este concepto se define como el grado de consistencia y estabilidad de los procedimientos descritos para construir y analizar el caso. Esto significa que, si un investigador sigue los mismos procedimientos y realiza el mismo estudio de caso, obtendrá hallazgos y conclusiones muy parecidos. Para ello y como lo sugiere Yin (2014), construí el protocolo para el estudio de caso que reporto en este capítulo y además generé su base de datos correspondiente, que consiste por un lado en toda la compilación de los datos duros, archivos de video, audio, texto y matrices de cada caso en una carpeta electrónica y por otro lado, en el reporte del investigador, que viene siendo este documento de tesis.

Capítulo IV. Análisis de resultados

En este capítulo presento el análisis a profundidad de las prácticas de evaluación formativa informal de los casos de la profesora Paula y del profesor Braulio. El capítulo está conformado por tres apartados. Los dos primeros contienen el análisis de los dos casos por separado y en el tercero realizo el análisis intercaso y la discusión de los resultados de esta investigación.

El reporte de cada caso está conformado a su vez por dos partes. En la primera de ellas presento el contexto, para el cual describo la visión de los profesores sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, su forma de planear y conducir la clase y su visión sobre la evaluación del aprendizaje en matemáticas. La finalidad de este apartado es mostrar elementos relacionados con la práctica educativa de cada profesor, que permitan una mejor comprensión de sus prácticas de evaluación formativa informal.

En el segundo apartado de cada caso presento el análisis de la secuencia didáctica con respecto a la evaluación formativa informal. El caso de la profesora Paula lo desarrollo con mayor detalle y con más ejemplos que contemplan fragmentos de las transcripciones de las sesiones de clase y de las entrevistas, para que el lector pueda acceder a una descripción rica que le permita entender cómo operan las prácticas de evaluación formativa informal en el aula. Así, cada caso está conformado en primer lugar por el análisis a nivel macro, el cual incluye el mapa con la estructura de la actividad conjunta de la secuencia didáctica observada y que se constituye en la base para ubicar la temporalidad de la misma. Posteriormente, presento el análisis de cada una de las sesiones de la secuencia didáctica, en las que identifiqué prácticas de evaluación formativa informal. Finalmente, concluyo con una síntesis del caso, la cual aborda los tres niveles de actividad conjunta, así como el análisis del noticing del profesor, que incluye su atención selectiva y sus marcos interpretativos.

Para el análisis de cada sesión, propongo la misma estructura. En primer lugar, presento las metas de aprendizaje definidas por el profesor y las acciones que lleva a cabo para clarificarlas y compartirlas con los estudiantes, así como las tareas matemáticas que utiliza en la sesión. En segundo lugar, abordo los medios que utiliza el profesor para obtener información sobre el aprendizaje de los estudiantes y los ajustes a nivel macro y meso que observé como parte de sus prácticas de evaluación formativa informal, para lo cual presento una tabla resumen de dichas prácticas. En tercer lugar, analizo las prácticas de evaluación formativa informal a nivel micro –las conversaciones de evaluación–, las cuales abarcan las siguientes prácticas: movimientos para obtener información o respuestas por parte de los estudiantes (E); movimientos de reconocimiento de las intervenciones de los estudiantes (R); y movimientos de respuesta a las intervenciones de los estudiantes (U). Por último, abordo el noticing del docente, es decir, su atención selectiva y sus marcos interpretativos. Dentro de esto último, considero lo que el profesor atendió con respecto a

diversas respuestas o actuaciones de los estudiantes, relacionadas con incomprendiones, dudas o, por el contrario, con actitudes y disposiciones que denotan que los estudiantes están comprendiendo correctamente.

En el último apartado del capítulo realizo el análisis intercaso, considerando las preguntas particulares de investigación, las cuales atienden a cada una de las fases del ciclo de evaluación formativa informal y que se constituyen como categorías para la comparación. Para cada una de estas preguntas, presento una síntesis de cada uno de los casos y luego su comparación, discutiendo los resultados con los hallazgos en la literatura.

5.1 Caso de la profesora Paula: “Ir por el camino que mis estudiantes digan”

5.1.1 Contexto del caso.

Para la profesora Paula, lo esencial en una clase de matemáticas son los conceptos y cómo éstos pueden aplicarse en diferentes fenómenos. En este sentido, ella resaltó que, a diferencia de la mayoría de los profesores de matemáticas, no pone tanto énfasis ni dedica tanto tiempo en su clase para que los estudiantes realicen procedimientos de tipo algebraico. Por ejemplo, al referirse al tema de límites en un curso de cálculo diferencial, consideró que es más importante que los estudiantes vean dónde puede surgir la necesidad del cálculo de un límite, en lugar de destinar más tiempo a problemas donde la dificultad sea más de tipo algebraico que conceptual.

Al hablar sobre el aprendizaje en matemáticas, la profesora Paula consideró que los estudiantes tienen que ver o sentir la necesidad de aprender algo nuevo. Así, ella planteó que los estudiantes tienen que ser expuestos a problemáticas o fenómenos que ellos puedan explicar mediante los conceptos matemáticos que tienen que aprender. Para ello, ella indicó que propone situaciones en el aula que estén relacionadas con los intereses de sus estudiantes, de acuerdo con el perfil profesional que eligieron en la universidad y que además les permitan acceder a diferentes representaciones de un mismo concepto para comprenderlo de mejor manera.

Sobre las características de una buena enseñanza en matemáticas, la profesora Paula expresó que debe incluir los siguientes elementos: a) una base firme de la matemática; b) una visión panorámica; y c) cercanía con los estudiantes. En relación con el primer elemento, ella consideró que un buen profesor de matemáticas debe tener una fuerte base conceptual, tanto del nivel donde enseña, como de los niveles anteriores y posteriores, lo que le permite enfocarse en elementos que son verdaderamente importantes. El segundo punto, la visión panorámica, tiene que ver con la visión y consideración de diferentes elementos que debe tener el profesor, lo cual incluye la parte conceptual de la matemática, las aplicaciones, las materias que están cursando los estudiantes al mismo tiempo y las que tienen que cursar posteriormente. Por último, la cercanía con los estudiantes implica saberlos escuchar y observar lo que hacen para poder identificar dónde cometen

determinados errores.

En la institución de educación superior donde ella labora, se requiere que los profesores entreguen una guía de aprendizaje a sus estudiantes y que ésta esté disponible en la plataforma tecnológica que sirve como apoyo para los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. En esta guía se especifican con detalle los siguientes elementos: datos generales de la asignatura, fundamentación del curso, competencias disciplinares y profesionales, propósitos del curso, contenidos temáticos, estrategias y evidencias de aprendizaje, evaluación sumativa del curso (incluye criterios, indicadores y ponderación), recursos, normatividad y referencias.

Si bien ella propuso a sus estudiantes una guía de aprendizaje al inicio del curso, no realizó formalmente planeaciones para su trabajo en el día a día, sino que el proceso de planeación lo realizó en “su mente”. Esto lo consideró como una parte débil en su práctica docente y explicó que, para ella, la planeación y el llenado de formatos es una práctica rígida, que limita su actuar en el aula y no le permite realizar los ajustes que ella considera necesarios ni “ir por el camino que sus estudiantes digan”. Al respecto, ella también indicó que, para entrar al aula, ella lleva un problema “pivote” bien planteado para trabajar con sus estudiantes; las respuestas que ellos van proporcionando y hasta dónde ellos lleguen en la solución de esta problemática le marcan la pauta de la dirección en la que ella considera que tiene que moverse en clase.

Con respecto a la tecnología, la profesora Paula indicó que hace uso de diferentes herramientas, de acuerdo con la naturaleza de los contenidos que está manejando en clase. En primer lugar, ella utiliza una plataforma computacional de la universidad, la cual sirve para apoyar el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación. Ella la utiliza principalmente para comunicarse con los estudiantes y para enviarles documentos y el contenido de las tareas. En clase, hace uso del software libre de geometría dinámica GeoGebra² y también en algunas ocasiones utiliza simuladores de fenómenos físicos disponibles en Internet.

Durante la entrevista inicial, la profesora Paula no proporcionó como tal definiciones ni explicaciones de corte pedagógico sobre los diferentes tipos de evaluación que ella utiliza en su práctica docente. Sin embargo, de acuerdo con lo que reportó y con lo que observé, ella llevó a cabo tres tipos de evaluación durante las sesiones de la secuencia didáctica: diagnóstica, formativa y sumativa. Con respecto a la primera, ella sugirió que la utiliza “para saber qué traen” al inicio de algún tema nuevo, antes de iniciar con la situación problema que propone, sobre todo cuando sabe que los estudiantes requieren de ciertos conocimientos previos de física para resolverlo.

En cuanto a la evaluación formativa, ella consideró que la lleva a cabo y mencionó las

² GeoGebra es un software de geometría dinámica libre que se puede utilizar en la asignatura de matemáticas desde primaria hasta nivel superior. Permite el trazado dinámico de construcciones geométricas, tratamientos algebraicos y realizar gráficas de funciones reales de variable real, así como sus derivadas e integrales, entre otros.

siguientes características: a) que la realiza “todo el tiempo”; b) que considera la actitud de los estudiantes; y que c) la pone en operación con prácticas determinadas. De manera particular, con respecto al último punto, ella consideró que el hecho de pasar a los estudiantes al pizarrón, escuchar lo que dicen y que el avance de la clase dependa precisamente de lo que los estudiantes van externando, es una forma de llevar a cabo una evaluación formativa. Esta práctica la analizo a continuación.

5.1.2 Análisis de sesiones con presencia de evaluación formativa informal.

La estructura de actividad conjunta en la secuencia didáctica observada.

La secuencia didáctica de la profesora Paula abordó el tercer tema de la guía de aprendizaje de la asignatura de Matemáticas I, que fue el análisis de funciones. Este tema incluyó los siguientes sub-temas: 3.1 Dominio, intersecciones con los ejes y simetría; 3.2 Asíntotas verticales, puntos abiertos y comportamiento al infinito; 3.3 Valores extremos (locales, absolutos) y criterios para identificarlos; 3.4 Concavidades y puntos de inflexión; 3.5 Gráficas de funciones. Específicamente, ella puso un mayor énfasis en el sub-tema 3.3, y propuso como meta de aprendizaje para la secuencia didáctica que “el estudiante signifique a la derivada como una herramienta útil para analizar el comportamiento de las funciones a corto y largo plazo y que pueda aplicar ese contenido a la solución de problemáticas reales”, para lo cual tenía destinadas ocho sesiones. Sin embargo, le llevó once sesiones para formalizar tanto el criterio de la primera como el de la segunda derivada.

En esta secuencia didáctica identifiqué veinte tipos diferentes de segmentos de actividad conjunta (SAC), cuya distribución se puede consultar en el mapa de la Figura 8. Debido a la cantidad de sesiones observadas y a que solamente analicé a profundidad cuatro de ellas, la segunda parte se puede consultar en el Apéndice 7. El Apéndice 8 contiene la tabla con la descripción de los patrones de actuación dominantes en los segmentos de actividad conjunta de la profesora Paula, su frecuencia y duración. A continuación, describo las principales características de ellos.

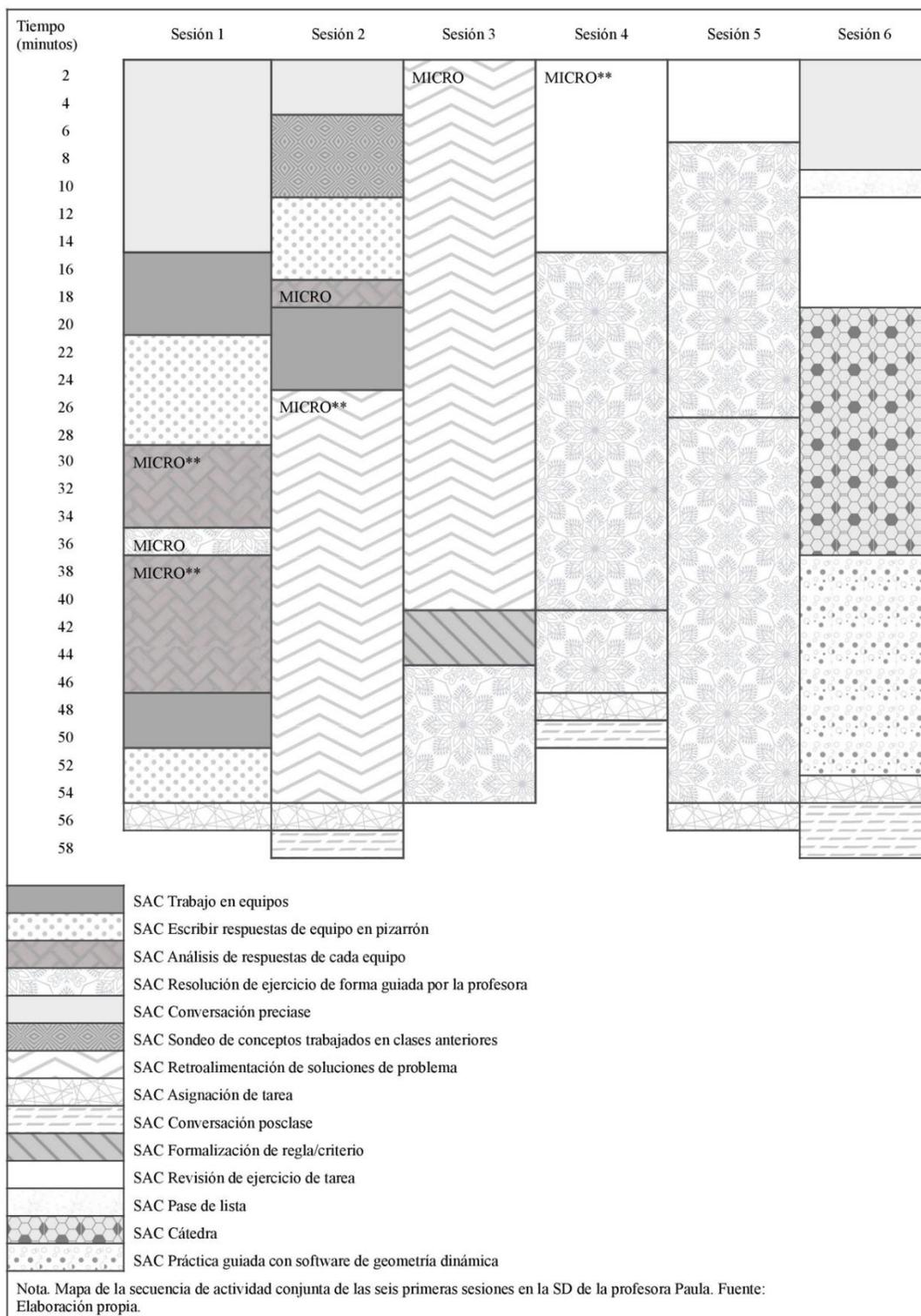
Las sesiones de la profesora Paula no tuvieron una estructura de inicio, desarrollo y cierre de manera consistente. Solamente en cuatro sesiones –7, 8, 9 y 11– llevó a cabo un SAC de Inicio y en la última sesión realizó el cierre del tema de la secuencia didáctica. En nueve de las once sesiones se presentó un SAC de Asignación de Tarea como cierre.

De todo el tiempo que duró la secuencia didáctica, la profesora Paula destinó casi la mitad (51.1%) para la resolución de problemas, donde ella guio a los estudiantes en su mayor parte (42.54%) y los estudiantes resolvieron problemas de forma independiente solamente un 8.47% del tiempo. La profesora Paula dedicó casi una cuarta parte del tiempo (24.91%) a actividades para retroalimentar y corregir a los estudiantes –SAC Resolución de Ejercicio en Pizarrón por Estudiante, SAC Retroalimentación de Soluciones de Problema, SAC Revisión de Ejercicio de

Tarea y SAC Conversación Posclase– y aproximadamente un 10% del tiempo para proporcionarles información –SAC Cátedra y SAC Formalización de Regla/criterio. Finalmente, los SAC que duraron menos tiempo son aquellos que destinó para el diagnóstico de conocimientos de los estudiantes (7.28% del tiempo dividido en el SAC Sondeo de Conceptos Trabajados en Clases Anteriores, SAC Escribir Respuestas de Equipo en Pizarrón y SAC Análisis de Respuestas de cada Equipo), para rutinas administrativas (5.59% del tiempo dividido en los SAC Asignación de Tarea, SAC Pase de Lista, SAC Inicio de Clase, SAC Cierre de Tema y SAC Conversación Preclase) y para la aplicación de un examen rápido (2.37% del tiempo).

Figura 8.

Primera parte del mapa de secuencia de actividad conjunta de la profesora Paula



Nota. Mapa de actividad conjunta de las primeras seis sesiones de la secuencia didáctica de la profesora Paula. Elaboración propia.

A partir del mapa de los segmentos de actividad conjunta, identifiqué cuatro grandes patrones en las clases de la profesora Paula. El primer patrón se presentó en las tres primeras sesiones, donde la profesora propuso una actividad cuya finalidad era ayudarlos a deducir el criterio de la primera y de la segunda derivada. Únicamente en estas tres sesiones los estudiantes trabajaron en equipos, tuvieron mayor oportunidad de expresarse y comunicar sus ideas, por lo que el discurso y los turnos estuvieron más balanceados entre la profesora y los estudiantes.

El tipo de tarea matemática que propuso, así como el tipo de interacciones que se presentaron en estas tres primeras sesiones de clase, apuntaron a una fase de aprendizaje superficial (Hattie et al., 2017), en donde la profesora dio oportunidad a que los estudiantes iniciaran con el desarrollo conceptual del criterio de la primera y segunda derivada y también se inició con la introducción de aquellos procedimientos y lenguaje propios del análisis de curvas en un curso de cálculo diferencial en el nivel superior.

El segundo patrón se dio en la sexta y séptima sesión, donde la profesora utilizó software de geometría dinámica para resolver problemas. En estas dos sesiones observé que, para ello, la profesora explicó primero el tema a través de una exposición o cátedra, después realizó una práctica guiada y al final dio oportunidad a los estudiantes para que ellos realizaran la práctica de forma independiente e individualmente en sus propias computadoras.

El tercer patrón consistió en la alternancia de segmentos de actividad conjunta, donde los estudiantes trabajaron de forma independiente, segmentos donde algún estudiante pasó al pizarrón a resolver un ejercicio y segmentos donde la profesora proporcionó información o resolvió ejercicios de forma guiada al frente en el pizarrón. Este patrón se presentó específicamente en las sesiones 4 y 9 y se caracterizó porque los estudiantes tuvieron oportunidad de hacer algunas intervenciones.

Finalmente, el cuarto y último patrón tuvo lugar en sesiones donde la profesora realizó en su mayor parte SAC de Resolución de ejercicios de forma guiada, por lo que el discurso estuvo completamente centrado en ella y prácticamente los estudiantes no participaron en clase. Las sesiones que presentaron este patrón fueron la 5, 8 y 10.

La última sesión de la secuencia didáctica no coincide con ninguno de los patrones mencionados anteriormente. En esta sesión, observé una estructura de inicio, desarrollo y cierre; se presentaron diez segmentos de actividad conjunta diferentes, por lo que tuvieron una duración muy breve, donde el más largo duró aproximadamente doce minutos. Así, la profesora dio inicio a la clase, sondeó conceptos trabajados en sesiones anteriores, pasó al frente a un estudiante para que resolviera un ejercicio en el pizarrón, impartió cátedra, después resolvió un ejercicio de forma guiada en el pizarrón, formalizó los criterios de la primera y segunda derivadas para el análisis de funciones, permitió que los estudiantes trabajaran de forma independiente, de nuevo resolvió el ejercicio de forma guiada en el pizarrón y finalmente cerró el tema de la secuencia didáctica.

El tipo de patrones en la actividad conjunta de la secuencia didáctica de la profesora Paula, me permitió identificar que solamente en las primeras cuatro sesiones se presentaron ajustes en la instrucción como medio para ayudar a los estudiantes en su aprendizaje, así como también conversaciones de evaluación. En estas sesiones identifiqué en total siete segmentos de actividad conjunta, donde se presentaron ciclos de evaluación formativa informal en el nivel micro, los cuales están marcados en el mapa de la Figura 8 con la leyenda “Micro”. De estos siete episodios, seleccioné cuatro para ser codificados, los cuales están marcados en el mapa con la leyenda “Micro**” y corresponden a los siguientes: SAC Análisis de respuestas de cada equipo, SAC Retroalimentación de soluciones de problema y SAC Revisión de ejercicio de tarea. Con base en los datos presentados en el Apéndice 8, del tiempo total que duró la secuencia didáctica, estos tres SAC representan casi un 20% del tiempo.

Es importante destacar que este patrón de conversaciones de evaluación presentes solamente en las primeras cuatro sesiones de la secuencia didáctica y no en todas, obedece a una decisión que tomó la profesora Paula a partir de dos situaciones que se presentaron al final de la tercera sesión. En la entrevista de seguimiento de esa sesión, la profesora indicó que cambió la dinámica de la clase —de una participación más activa de los estudiantes, donde ellos proponían funciones a una donde ella les proporcionaba las mismas con una dinámica más tradicional, más dirigida y centrada en el docente— porque, en primer lugar, los estudiantes “andaban un poco dormidos” y porque ella no veía un avance. En segundo lugar, tuvo una conversación con un estudiante que faltó las primeras dos sesiones. En esta conversación, el estudiante le dejó ver que, al preguntar por lo realizado en clase, sus compañeros le contestaron que “no habían hecho nada”.

Sesión 1

En la Tabla 7 presento una síntesis de las prácticas de evaluación formativa informal a nivel macro y meso de la primera sesión. Posteriormente describo con detalle cada una de ellas.

Tabla 7.*Prácticas EFI a nivel macro y meso de la primera sesión de la profesora Paula*

	Acciones para clarificar y/o compartir metas de aprendizaje	Medios para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes	Acciones o ajustes para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje
Sesión 1	<p>Metas de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se lleva a cabo la meta de la sesión (concluir con el primer criterio de derivada) <p>Criterios de éxito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formular definiciones <p>Comunicación de metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporciona instrucciones al inicio de actividades 	<ul style="list-style-type: none"> • Pasar a los estudiantes al pizarrón • Cuestionamiento a estudiantes • Actividad de naturaleza abierta y exploratoria 	<p>Macro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modificación de metas de aprendizaje para resolver incomprensiones • Cambio en enfoque de actividad • Extensión de tiempo en actividad <p>Meso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retroalimentación con rasgos de una enseñanza responsiva • Tarea especial: Consultar libro de texto

Nota. Elaboración propia

En la entrevista previa, la profesora declaró que el propósito para esta sesión era que los estudiantes identificaran el cambio de signos de la pendiente de la recta tangente, para que concluyeran con los criterios de la primera y la segunda derivada, que les permitiría posteriormente el cálculo de máximos y mínimos de funciones. Cabe destacar que este propósito no lo comunicó a los estudiantes en ningún momento de la sesión; ella les proporcionó solamente las instrucciones de la actividad al inicio.

La tarea que la profesora Paula utilizó en esta sesión, y que introdujo en el SAC fue Trabajo en equipos, consistió en que los estudiantes describieran matemáticamente lo que observaban en una animación proyectada al frente con el software GeoGebra, donde la imagen de un cuyo (un animal) se movió a lo largo de la representación gráfica de una función polinomial de grado doce; en los intervalos donde la función era creciente, el área bajo la curva se pintó de color rojo y en aquellos donde era decreciente, se pintó de color azul.

Para ello, la profesora sugirió a los estudiantes que identificaran, por ejemplo, el tipo de función, sus características, la representación simbólica, entre otros elementos. Después de aproximadamente seis minutos, la profesora solicitó que un integrante de cada equipo pasara al frente al pizarrón a escribir una observación, de tal forma que no se repitieran ideas (SAC Escribir respuestas de equipo en pizarrón). Una vez que todos los equipos pasaron al frente, la profesora comenzó a analizar cada una de las aseveraciones escritas en el pizarrón (SAC Análisis de respuestas de cada equipo) y, como parte de este análisis, construyeron de manera conjunta la representación simbólica del polinomio. Después de esto, la profesora hizo un ajuste a la actividad para enfocarla hacia la meta de aprendizaje de la sesión, para lo cual introdujo en la animación una

recta tangente sobre el mismo punto donde estaba la imagen del cuyo y además colocó un triángulo, el cual sirvió para calcular la pendiente de esa recta tangente. Esta secuencia de tres segmentos de actividad conjunta se repitió una segunda ocasión en la misma sesión. Al cierre, la profesora asignó la tarea para el siguiente día.

A lo largo de la sesión, la profesora Paula obtuvo evidencias sobre el aprendizaje de sus estudiantes a través de tres medios principalmente. El primero de ellos consistió en pasar a los estudiantes al pizarrón para que plasmaran sus observaciones (SAC Escribir Respuestas de Equipo en Pizarrón). El segundo fue el cuestionamiento que realizó a los estudiantes durante toda la clase, es decir, planteó preguntas a los estudiantes, estrategia que utilizó especialmente en el SAC Análisis de respuestas de cada equipo. El tercero tuvo que ver con la naturaleza abierta de la actividad propuesta en el aula, donde ella dio oportunidad a los estudiantes de expresar sus opiniones y observaciones.

Durante los diferentes segmentos de actividad conjunta de la sesión, los estudiantes comenzaron a presentar dificultades para proporcionar la representación simbólica de la función e incluso tuvieron dificultades para reconocer que se trataba de un polinomio. Estas incomprendiones se reflejaron en las observaciones de los estudiantes, las cuales son las siguientes en el mismo orden que fueron plasmadas en el pizarrón: “la función es roja cuando crece y azul cuando decrece”; “es una parábola con varias multiplicidades”; “se observan rebotes en la gráfica”; “se observa el comportamiento de funciones cuadráticas y cúbicas”; “la función es un polinomio positivo”; “hace una pequeña curva en el cruce del punto cero”; “es una función por partes donde sus límites por izquierda y derecha tienden a infinito”; “los puntos de descanso o cuando $f(x) = 0$ son en los enteros de x , $x = -1, 0, 1, 2, 3$ y 4 ”; y “tiene una amplitud de 1 unidad”.

Ante estas dificultades y como consecuencia de ellas, la profesora llevó a cabo cuatro ajustes para ayudar a los estudiantes a superarlas. El primero de ellos consistió en modificar las metas de aprendizaje para la sesión; en lugar de analizar los cambios de signo de la pendiente de la recta tangente para concluir con los criterios de la primera y segunda derivada, ella se enfocó en que los estudiantes comprendieran la función polinomial y por qué se descartaron las otras funciones que propusieron en el pizarrón. Por lo tanto, el segundo ajuste que llevó a cabo fue un cambio en el enfoque de la actividad, donde analizó, junto con los estudiantes, cada una de las aseveraciones escritas en el pizarrón. Para ello, destinó más tiempo del que tenía previsto, lo que consideré como un tercer ajuste. Estos tres ajustes ocurrieron a un nivel macro de la actividad conjunta en el aula. Finalmente, el último ajuste consistió en la retroalimentación que proporcionó a todo el grupo a partir de las observaciones escritas en el pizarrón. Debido a que la retroalimentación se considera como una estrategia pedagógica (García-Cabrero, 2002), este ajuste ocurrió a un nivel meso de la actividad conjunta del aula.

Hacia el final de la sesión, la profesora Paula hizo un último ajuste y asignó una tarea especial,

la cual consistió en que los estudiantes consultaran un libro de cálculo y leyeran sobre los conceptos que quería abordar en la secuencia didáctica —máximos, mínimos, puntos de inflexión— y también hizo mucho énfasis en que repasaran la construcción de gráficas, que fue un punto problemático en esta sesión.

En el análisis a nivel micro de la primera sesión, identifiqué que en el SAC Análisis de respuestas de cada equipo se presentaron conversaciones de evaluación, como parte de la retroalimentación que proporcionó la profesora a los estudiantes. La dinámica en este segmento consistió en que ella fue retomando cada una de los enunciados en el mismo orden en que fueron escritos en el pizarrón y los fue analizando junto con ellos. El resumen de los movimientos discursivos de los segmentos de actividad conjunta analizados a nivel micro de esta secuencia didáctica se puede consultar en el Apéndice 9.

En el SAC Análisis de respuestas de cada equipo identifiqué en total 58 ciclos ESRU, de los cuales el 83% fueron incompletos y el 17% fueron completos —contienen los cuatro movimientos ESRU. Como se mencionó en el marco teórico, los ciclos ESRU son conversaciones de evaluación que constan de cuatro momentos: el profesor obtiene información (E); el estudiante responde (S); el profesor reconoce la intervención del estudiante (R); y el profesor utiliza la información recolectada para ayudar a los estudiantes a avanzar en su aprendizaje (U). De los ciclos incompletos, el 74% fueron del tipo ESR y el 9% del tipo ES. Esto significa que predominaron estructuras de diálogo triádico (Lemke, 1997), donde la profesora planteó preguntas, los estudiantes respondieron y ella reconoció sus contribuciones y, en algunos casos, las evaluó. Esto se puede explicar porque, al ajustar el enfoque de la actividad ante los problemas presentados por los estudiantes, ella buscó comprender por qué proporcionaron ese tipo de respuestas o de dónde surgió ese razonamiento. Entonces, sus estrategias en el diálogo estuvieron orientadas hacia el diagnóstico.

Los principales movimientos correspondientes a la fase E —obtener información— de las conversaciones de evaluación fueron: averiguar el razonamiento de los estudiantes (27%) y obtener hechos o procedimientos (27%), los cuales, de acuerdo con el marco TMSSR, son estrategias de bajo soporte para el razonamiento de los estudiantes (Ellis et al., 2019). Otras estrategias de bajo soporte que también utilizó fueron: revisar la comprensión (12%), obtener una clarificación (6%) y promover la evaluación de pares (8%), siendo esta última parte del conjunto de estrategias que ayudan a extender el razonamiento de los estudiantes (Ellis et al., 2019).

La profesora Paula utilizó otras estrategias para preguntar, que no están contempladas en el marco TMSSR, entre las que se encuentran el plantear preguntas sugerentes (14%), plantear preguntas de tipo sí/no (4%) y el cuestionamiento directo a los estudiantes sobre posibles dudas que tuvieran (2%). De acuerdo con Posamentier y Smith (2014), las dos tienen poco valor en el discurso que se genera en el aula, ya que al estudiante se le proporciona la respuesta directamente

en la pregunta y no promueven procesos de razonamiento más sofisticados, por lo que también consideré que el soporte que proporcionan al razonamiento de los estudiantes es bajo. Más adelante, en el análisis de la sesión explicaré cómo y de qué manera utilizó este tipo de preguntas.

Casi un noventa por ciento (89%) de las estrategias de reconocimiento (R) de las aportaciones de los estudiantes respondieron al razonamiento de los estudiantes y el resto fueron estrategias que lo facilitan, de acuerdo con el marco TMSSR (Ellis et al., 2019). Dentro de las primeras, la profesora Paula utilizó la validación de respuestas correctas (23%), *re-voicing* (16%) y la corrección de errores de los estudiantes (2%), las cuales son de bajo soporte para su razonamiento matemático.

La estrategia *re-voicing* implica que el profesor repita la contribución del estudiante en su totalidad o parcialmente, haciéndola pública y disponible para el resto del grupo, sobre todo cuando no hay mucha claridad en la comunicación por parte del estudiante. De acuerdo con Chapin et al. (2003), con esta estrategia se brinda la oportunidad al resto del grupo de volver a escuchar y al mismo estudiante de clarificar y seguir comprendiendo su propia aportación; también permite relacionarla con aquellas que se hicieron previamente, de tal forma que se contribuye al flujo del discurso en el aula. Estos mismos autores aseguran que el *re-voicing* proporciona un “espacio de pensamiento” que ayuda a los estudiantes a dar seguimiento a la matemática que ocurre en el aula.

El hecho de que la actividad propuesta por la profesora Paula en este segmento de actividad conjunta tuviera una naturaleza de tipo exploratorio, que brindó a los estudiantes la oportunidad de expresar sus observaciones, puede explicar que gran parte (68%) de las estrategias utilizadas por la profesora Paula tuvieran que ver con un reconocimiento, aceptación y repetición de las ideas de los estudiantes y no tanto con corrección de errores o proporcionar respuestas correctas. Dentro de estas estrategias se encuentran el validar la respuesta correcta del estudiante (23%), *re-voicing* (16%), re-representación (3%), repetir palabras de los estudiantes (15%), retomar las observaciones y respuestas de los estudiantes (16%) y aceptar sus ideas (7%).

Con respecto a la única estrategia de alto soporte para el razonamiento de los estudiantes –re-representación–, la profesora Paula la utilizó solamente en dos ocasiones (3%). Con base en lo explicado por Ellis et al. (2019), esta es un caso particular del *re-voicing*, en donde el profesor proporciona una representación para compartir con el grupo la contribución del estudiante; como parte de esta estrategia, el profesor puede organizar, reestructurar o formalizar el enunciado o argumento del estudiante. En el caso particular de la profesora Paula, ella utilizó en una ocasión el software GeoGebra para ayudar a visualizar la idea de un estudiante, quien aseguraba que la gráfica del polinomio tenía el comportamiento de una función cúbica.

De manera adicional, identifiqué otro tipo de estrategias que, si bien no forman parte del marco TMSSR, considero que son una forma de responder a las intervenciones de los estudiantes. Así, por ejemplo, la profesora repitió de forma textual las palabras de los estudiantes (15%), aceptó las

ideas de los estudiantes (7%), proporcionó respuestas neutras (7%) y retomó sus observaciones o sus respuestas para incorporarlas al diálogo en clase (16%).

Como parte del movimiento de respuesta U de los ciclos completos (ESRU) de las conversaciones de evaluación, identifiqué que la profesora Paula desplegó estrategias correspondientes a las cuatro categorías del marco TMSSR, entre las que se encuentran: obtener ideas de los estudiantes (11%), fomentar la corrección del error en los estudiantes (11%), proporcionar estrategias de solución alternativas (11%), presionar para una justificación matemática (33%) y proporcionar a los estudiantes explicaciones conceptuales (33%).

Vistas estas estrategias de forma integrada, los ciclos ESRU utilizados en el SAC Análisis de respuestas de cada equipo se constituyen en elementos de una retroalimentación donde la profesora Paula buscó, en primer lugar, averiguar y comprender las formas de pensar de sus estudiantes con respecto a la gráfica del polinomio proyectada al frente a partir de las aportaciones que escribieron en el pizarrón. Cabe destacar que cuatro de los enunciados reflejaron incomprendiones sobre las diferentes funciones “básicas”, que, de acuerdo con la perspectiva de la profesora Paula, los estudiantes del área de ingenierías deberían dominar en la línea de matemáticas. Sin embargo, en el diálogo ella se mostró receptiva a las ideas explicadas por los estudiantes y evitó corregirles. Como parte de las estrategias que empleó para apoyarlos, ella solicitó que justificaran matemáticamente sus ideas y que le proporcionaran definiciones y características de conceptos matemáticos, con la finalidad de que ellos las compararan con la función proyectada y así cayeran en cuenta de su error. El siguiente fragmento, que corresponde a la discusión de la idea de que el polinomio de grado doce es “una parábola con varias multiplicidades”, es un ejemplo de este tipo de discurso:

Profesora: Muy bien. Entonces, una de las características de una función es su comportamiento como función creciente o función decreciente. Número dos: “Es una parábola con varias multiplicidades” (*Lee literalmente el segundo punto, hace una breve pausa*) ¿Qué opinan? (*Se escuchan murmullos, pero nadie participa abiertamente, transcurren 5 segundos*)

Estudiante: ¿Qué significa el término multiplicidad?

Profesora: Ehhh, a ver, los que me hablaron de los ceros, de las raíces, ¿qué opinan de esta soluc...este enunciado? (*se dirige a uno de los últimos equipos que participó*) “Es una parábola con varias multiplicidades” (*repite el enunciado y se queda viendo a los estudiantes del lado izquierdo esperando una respuesta. Un estudiante levanta la mano del lado derecho, pero la profesora no le hace caso, porque no lo ve. Ella está esperando una respuesta del lado izquierdo*) (6 seg.)

Estudiante: Que sus ceros son... tienen como que lo mismo...la misma frecuencia.

Profesora: ¿Con frecuencia te refieres a que se repite?

Estudiante: En un intervalo.

Profesora: El número de veces que se repita. Ok. Aquí (*señala ahora al estudiante que está del lado derecho y que levantó la mano anteriormente*)

Estudiante: Ajá. O sea (*hace un ademán con la mano*) No cruza el eje x, pasa y luego rebota llegando a un punto en y luego... (*intenta explicar*)

Profesora: Ok. O sea, que tiene un cero, pero no logra cruzar el eje x. ¿En dónde ves eso?

Estudiante: En menos uno...

Profesora: En menos uno

Estudiante: En tres

Profesora: Y en tres. Ok. ¿En algún otro?

Estudiante: No

Profesora: No. Ok. Definan parábola por favor. *(Se dirige a todo el grupo)* Equipo... *(busca a un equipo en especial para pedir la definición)* ¿Fueron ustedes verdad? *(Señala al equipo de las dos niñas que están sentadas en la primera fila del lado derecho del salón, las niñas se ríen)* ¿Cómo definirían parábola? (7 seg.)

Estudiantes: Mmm *(dudan un momento, una mira a la otra)* ¿Una función cuadrática?

Profesora: Una función cuadrática. Ok. ¿Y la forma? *(les pregunta a las dos niñas)*

Estudiante: Es una "U" *(Las dos estudiantes hacen al mismo tiempo un ademán que dibuja una "U" hacia arriba)*

Profesora: Una "U" y siempre se mantiene así *(ademán de "V" hacia arriba)* No baja de nuevo. Entonces ¿se mantienen en que es una parábola?

Estudiantes: Sí *(las dos estudiantes asienten con la cabeza)*

Estudiante: ¿Pero los extremos?

Profesora: A ver los demás *(señala a todo el salón para conocer sus opiniones)*

Estudiante: Pero no... (¿)

Profesora: Ok. Trabajemos entonces con la función cuadrática, pensemos en una función cuadrática. ¿Cuántos ceros pudiera tener una función cuadrática?

Estudiante: Dos.

Estudiante: Dos *(se escucha casi a la par la voz de otro estudiante)*

Profesora: ¿Dos? ¿Cero? ¿O ninguno? Digo, dos, cero o uno ¿No? Si tiene multiplicidad. ¿Entonces es una parábola su representación simbólica?

Estudiante: No *(Algunos estudiantes responden al unísono)*

Profesora: No. Porque tiene más de dos ceros. ¿No? Ahí en -1, en 0, en 1, en 2, en 3 y en 4 ¿Sí? Pudieran ser combinaciones, porque algún equipo habló de que son funciones... *(busca entre los enunciados escritos en el pizarrón)* ¿Dónde están? Es una pequeña curva... se observa comportamiento de cuadráticas y cúbicas *(señala el enunciado ahora que ya lo ha encontrado)* ¿Fueron ustedes no? *(se dirige a un equipo para confirmar que ellos escribieron ese enunciado)* ¿Pudiera ser una combinación de cuadráticas y cúbicas? *(se dirige a todo el salón)*

Una vez que la profesora analizó con los estudiantes los cuatro primeros enunciados escritos en el pizarrón y al llegar al quinto "la función es un polinomio positivo", hizo una explicación de resumen que incorporó las ideas que hasta el momento los estudiantes y ella habían discutido, así como aquellos enunciados correctos, de tal forma que dirigió a todo el grupo hacia el planteamiento de la ecuación del polinomio:

Profesora: Ok *(mira la gráfica)*. ¡Ah! Por eso me decían positivo ¿no? Vale. Entonces, a ver. Juntemos toda la información que nos están dando: Polinomio dice este equipo *(señala al equipo)*. Es una función polinómica. Tenemos los ceros, nos dijo el equipo de Bernardo y Catalina, nos dieron los ceros o los posibles ceros. *(Los lee de los enunciados del pizarrón)* ¿Me podrían dar la representación simbólica? ¿Del polinomio? (...) Tienen los ceros, están reconociendo la multiplicidad porque están hablando de rebotes y están hablando de comportamiento como la cúbica. ¿Sí? Armen el polinomio. *(Da la indicación a todos los equipos)* Vamos *(los estudiantes comienzan a moverse para trabajar en equipos)* Armen la representación simbólica.

Si ustedes creen que es una cuadrática, pues entonces tendrían que poner “algo por x al cuadrado” (*se dirige a un equipo en particular*) Tienen los ceros.

En el diálogo subsecuente, observé que la profesora apoyó a los estudiantes hacia la construcción de la representación simbólica del polinomio. Sin embargo, para ello utilizó preguntas sugerentes y, en su mayor parte, estrategias que facilitaron el razonamiento de los estudiantes, pero que fueron de bajo soporte y que les proporcionaron información. Ejemplo de estas estrategias son el proporcionarles claves o pistas para responder, proporcionarles directamente una respuesta correcta, contestar su propia pregunta y hacer explicaciones de resumen.

Si bien los estudiantes, hacia el final de la sesión y con la ayuda de la profesora, construyeron la representación simbólica del polinomio, se presentó un efecto de canalización (*funneling*). De acuerdo con Ellis et al. (2019), esta es una estrategia de bajo soporte, donde el docente guía a los estudiantes hacia un camino en específico al hacer preguntas sugerentes, la cual restringe la riqueza del diálogo en el aula y además impide que se involucren los estudiantes de forma conceptual en la tarea matemática en cuestión.

Hacia el final del SAC Análisis de Respuestas de los Estudiantes y una vez que identificaron la representación simbólica del polinomio, la profesora retomó los enunciados restantes del pizarrón, averiguó el razonamiento de los estudiantes y planteó preguntas sugerentes. Sin embargo, dedicó menos tiempo en comparación con los enunciados anteriores y sus ayudas se redujeron a proporcionar explicaciones de tipo conceptual, como una forma de corregir al estudiante.

Una vez que obtuvieron como grupo la representación algebraica de la función polinomial y una vez que la profesora terminó de revisar todos los enunciados escritos en el pizarrón, ella mostró a los estudiantes la ecuación del polinomio que introdujo en el software GeoGebra como una manera de verificar con ellos que la respuesta a la que llegaron fue precisamente la que permitió la construcción de la gráfica proyectada.

Con respecto al noticing de la profesora Paula en la primera sesión, en la Tabla 8 se pueden consultar los elementos relacionados con su atención selectiva y con su interpretación. Como parte de su atención selectiva, pude identificar que ella prestó atención a aspectos relacionados con el aprendizaje de las matemáticas de sus estudiantes y a otros aspectos que están relacionados principalmente con el estado emocional y con el nivel de participación de ellos en la sesión de clase. En cuanto a su interpretación, pude identificar que ella utilizó algunos marcos interpretativos reportados en la literatura, pero también emergieron ciertas formas de razonamiento. En los párrafos siguientes explico estos elementos.

Tabla 8.*Noticing de la profesora Paula en la primera sesión*

	Atención selectiva	Interpretación
Sesión 1	<p>Aprendizajes matemáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definiciones y características de conceptos matemáticos como indicador de comprensión • "Hueco conceptual": ausencias en conocimientos previos y bases matemáticas • Soluciones alternativas e innovadoras • Comunicación de ideas: lenguaje matemático; fluidez en la comunicación; asertividad y enfoque de intervenciones <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estado emocional de los estudiantes • Nivel de participación de los estudiantes en la clase 	<p>Formas de razonamiento (códigos emergentes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atribución a docentes de cursos anteriores (relación con RELACIONES CAUSALES) • Estereotipos (si un repetidor va mal y hace una aportación asertiva y responde de manera correcta, rompe sus expectativas) • Intuiciones o <i>feeling</i> docente <p>Marcos interpretativos (de la literatura):</p> <ul style="list-style-type: none"> • TOMA DE PERSPECTIVA (busca ponerse en el lugar del estudiante, comprender su perspectiva, por qué proporcionan esas respuestas y de dónde surge el razonamiento) • ANOMALÍA (identifica algo inesperado o sorprendente, porque ocurre diferente a sus expectativas) • AUSENCIA (lo que no está ahí) • AFECTIVO (alegría: los estudiantes superan dificultades; respuestas creativas y correctas) • COMPARACIÓN (comparación con teoría matemática y con propios razonamientos)

Nota. Elaboración propia

La profesora Paula buscó y atendió el hecho de que los estudiantes pudieran formular definiciones de conceptos matemáticos, lo que para ella representó un indicador de que estaban construyendo conocimiento al respecto y que comprendían. Relacionado con esto, ella prestó particular atención e importancia a “huecos conceptuales” de los estudiantes, término que utilizó para referirse a las ausencias en sus conocimientos previos o bases matemáticas. El hecho de que en esta primera sesión ella cambiara el enfoque de la actividad para asegurar que los estudiantes comprendían que la función proyectada era un polinomio y no otro tipo de función, me dejó ver la importancia que tuvo para ella el atender y resarcir estos huecos conceptuales de cursos anteriores.

De igual forma, la profesora Paula atendió, valoró y reconoció las soluciones alternativas que proporcionaron los estudiantes durante la resolución de problemas en clase. Esto lo vi reflejado cuando ella dio un seguimiento más puntual a la respuesta que escribieron los estudiantes en el pizarrón “se observa el comportamiento de funciones cuadráticas y cúbicas”; al solicitarles que explicaran su respuesta; y después al sugerir ella misma una alternativa de solución para construir la representación algebraica del polinomio como una función seccionada.

Otro elemento, en el cual ella se fijó durante la clase, fue la comunicación de ideas por parte de

los estudiantes. El lenguaje matemático que ellos utilizaron, así como la fluidez de la comunicación, la asertividad y enfoque de sus intervenciones, fueron también para ella un indicador de que los estudiantes comprendían y que tenían claridad sobre lo que estaban haciendo. Este elemento de su atención se reflejó en la dinámica de los segmentos de actividad conjunta de la sesión, donde los estudiantes trabajaron en equipo, pasaron al pizarrón y después les solicitó que explicaran y justificaran sus ideas.

Ella prestó atención también a otros elementos relacionados con el aprendizaje en matemáticas de sus estudiantes. Así, por ejemplo, ella estuvo pendiente de su estado emocional y del nivel de participación del grupo en las actividades. Ella se daba cuenta cuando los estudiantes se sentían cómodos en clase al realizar ciertos procedimientos matemáticos o cuando se interesaban y se sentían emocionados por aprender.

Durante el análisis de la entrevista de seguimiento, identifiqué cinco marcos interpretativos – toma de perspectiva, anomalía, ausencia, afectivo y comparación–, que la profesora Paula utilizó para dialogar y analizar lo sucedido con los estudiantes en la primera sesión. De igual forma, ella mostró tres formas de razonamiento emergentes –atribución de errores de estudiantes a docentes de cursos anteriores; estereotipos; intuiciones o *feeling* docente. A continuación, describo cada uno de éstos, indicando su frecuencia de aparición en la entrevista, así como la relación que guardan entre sí, la relación con la información que ella atendió y la relación con lo ocurrido en el aula.

Cuando la profesora Paula buscaba explicaciones sobre determinados errores o ausencias en las respuestas de los estudiantes, en cinco ocasiones atribuyó a docentes de cursos anteriores y a las prácticas que promovían en sus cursos la causa de dichos problemas. Esta forma de razonar puede estar relacionada con el marco interpretativo de relaciones causales de Sherin y Russ (2014), donde los docentes vinculan eventos mediante relaciones de causa y efecto. Así, por ejemplo, ella pensó que el hecho de que los estudiantes no pudieran construir la representación simbólica del polinomio estaba relacionado con la falta de desarrollo de habilidades de modelación en cursos de matemáticas anteriores; porque los profesores les proporcionaban las funciones y los criterios para analizarlas, pero no al revés, donde los llevaran a construir la función a partir de datos y a que ellos mismos dedujeran los criterios.

Otra forma de razonamiento que utilizó la profesora Paula fue aquella asociada a estereotipos, la cual consideré que puede estar relacionada con el marco interpretativo de anomalía. Por estereotipos entiendo en esta investigación a “todas aquellas creencias compartidas relativas a las características personales, por lo general, rasgos de personalidad, pero también con frecuencia comportamientos de un grupo de personas” (Leyens, como es citado en Amossy y Herschberg, 2010, p. 34). En este sentido, la profesora Paula tenía clasificados a sus estudiantes como aquellos que iban “bien” en la asignatura y que eran becados; aquellos que iban “mal” y que eran repetidores. Si un estudiante que iba “mal” hacía una aportación asertiva o respondía de manera correcta, esto

rompía con sus expectativas con respecto al estudiante y entonces llamaba su atención.

Si bien la profesora Paula mostró claridad durante la entrevista de seguimiento sobre las ayudas que proporcionó a sus estudiantes, también expresó durante la entrevista que no tenía certeza ni tampoco había recabado evidencia del aprendizaje que se llevaron los estudiantes al finalizar la primera sesión de la secuencia didáctica. De hecho, al hablar sobre los logros de los estudiantes en la sesión, ella simplemente expresó intuiciones, lo que nombré *feeling* docente. Estas intuiciones son generalizaciones que hace a partir de las respuestas que proporcionan unos cuantos estudiantes. El siguiente fragmento muestra esta incertidumbre:

Profesora: Emmm... Una vez que algunos de sus compañeros empezaron a hablar de “multiplicidades” ya como que todo empezó a tomar sentido. O sea, es como la parte procedimental que sí han llevado. Entonces todos los procedimientos, creo que eso sí lo tienen, o eso espero /(ríe)

Como bien expliqué previamente, durante esta primera sesión, la profesora Paula buscó entender la forma de pensar de sus estudiantes de manera frecuente. Ella trató de ponerse en su lugar y de comprender su perspectiva, para así encontrar las posibles causas que explicaran las respuestas erróneas de sus estudiantes. De esta forma, considero que el marco interpretativo que utilizó fue el de toma de perspectiva (Sherin y Russ, 2014), ya que con este tipo de interpretación los docentes se imaginan a sí mismos en la posición de alguien más.

El marco interpretativo de toma de perspectiva apareció asociado con el marco interpretativo de anomalía. La interpretación relacionada con anomalías apareció diez veces durante la entrevista de seguimiento, lo que lo convirtió en el más recurrente. Al igual que lo propuesto por Sherin y Russ (2014), este marco se refiere a aquellos razonamientos donde la profesora identificó algo inesperado o sorprendente durante la interacción con los estudiantes en el aula, debido a que ocurrió de forma diferente a sus expectativas. Así, por ejemplo, el hecho de que la actividad se haya alargado, el que los estudiantes tuvieran huecos conceptuales con respecto a la función que estaba siendo proyectada y el que hayan escrito respuestas erróneas en el pizarrón, rompió con las expectativas de la profesora para esta primera sesión.

El segundo marco más utilizado y que estuvo fuertemente relacionado con el anterior, es el que denominé como ausencia, que es similar al de “lo que no está ahí” de Sherin y Russ (2014). Este marco apareció en nueve ocasiones, donde la profesora Paula identificó aquello que faltó en las respuestas de los estudiantes o aquello que no se dio, ya sea durante la misma clase o como resultado del trayecto formativo en la línea de matemáticas.

Por lo regular, el marco de ausencia estuvo acompañado de razonamientos donde la profesora hizo una comparación con la teoría matemática o con sus propios razonamientos. Por lo que considero que también se hizo presente el marco interpretativo de comparación (Sherin y Russ, 2014). Por ejemplo, la profesora comparó las respuestas de los estudiantes con la respuesta correcta

o con lo que debe ser en matemáticas y se fijó entonces en las ausencias en las respuestas de los estudiantes. En el siguiente extracto de diálogo se puede ver cómo operan estos dos marcos de manera conjunta:

Profesora: Por ejemplo, esta, a mi lo que me deja ver es que no tienen idea de lo que significa un límite que dé como resultado infinito, ¿no? Ellos se quedaron nada más en el nivel de “yo veo que la gráfica va para arriba, entonces tiende a infinito”, ¿no? (se ríe). Pero no asocian todavía que una asíntota vertical es un límite que da como resultado infinito y que es muy diferente de un comportamiento que va creciendo, ¿no? O sea, no diferencian entre una asíntota y algo que no lo es. Ellos nada más ven pa’riba y sale...

Finalmente, la profesora Paula también hizo uso del marco interpretativo afectivo. Específicamente ella mostró alegría y gusto cuando los estudiantes superaron dificultades durante la clase o bien, cuando proporcionaron respuestas creativas y correctas. Para ella fue gratificante que, a partir de la retroalimentación proporcionada durante la primera sesión, los estudiantes pudieron lograr la construcción de la representación simbólica del polinomio al final de la sesión.

En esta primera sesión, la profesora Paula tenía la meta de que los estudiantes identificaran el cambio de signos de la pendiente de la recta tangente, para que concluyeran con los criterios de la primera y la segunda derivada. Sin embargo, ante las dificultades presentadas por los estudiantes para reconocer el polinomio de grado doce, así como para plantear su representación simbólica, la profesora Paula se vio en la necesidad de hacer ajustes en los tres niveles de la actividad conjunta en el aula, lo que permitió que los estudiantes pudieran construir dicha ecuación, pero no alcanzaron la meta de aprendizaje establecida para la clase.

Sesión 2

En la Tabla 9 presento una síntesis de las prácticas de evaluación formativa informal a nivel macro y meso de la segunda sesión, mismas que explico con mayor detalle en los siguientes párrafos.

Tabla 9.*Prácticas EFI a nivel macro y meso de la segunda sesión de la profesora Paula*

	Acciones para clarificar y/o compartir metas de aprendizaje	Medios para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes	Acciones o ajustes para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje
Sesión 2	<p>Metas de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dos tipos de metas: la de la SD y otra relacionada con dificultades de la clase anterior <p>Criterios de éxito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concluir con el primer criterio de las derivadas • Resolver diferentes tipos de problemas en varios contextos <p>Comunicación de metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relaciona resultados parciales de ejercicios con propósito de la actividad • Explicaciones de resumen 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionamiento a estudiantes (pregunta: ¿qué aprendimos ayer?) • Pasar a los estudiantes al pizarrón • Diferentes soluciones propuestas por los estudiantes en un mismo problema 	<p>Macro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajuste en metas de aprendizaje para atender dificultades del día anterior • Propuesta de nuevas actividades: sondeo de conceptos trabajados en clase anterior; trabajo en equipo de estudiantes y propuesta de funciones por parte de ellos • Extensión de tiempo en actividad: ir al ritmo de los estudiantes <p>Meso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retroalimentación (proporciona ayudas de distinta manera a los estudiantes, dependiendo de su nivel de desempeño en la asignatura) • Incremento de ejercicios para reforzar temas con dificultades

Nota. Elaboración propia

La segunda sesión de la secuencia didáctica fue una continuación de la primera. En la entrevista de seguimiento del día anterior, la profesora Paula dejó ver un ajuste en sus metas de aprendizaje, en las cuales pude identificar tres intenciones diferentes. Uno de los ajustes se dio como respuesta a la participación de uno de los estudiantes en la clase del día anterior, donde hablaba de puntos de inflexión, por lo que, la profesora tuvo la intención de que el estudiante pudiera darse cuenta de la diferencia entre los puntos críticos y puntos de inflexión en esta segunda sesión.

Así, la profesora Paula verbalizó, en la entrevista previa a la clase, las metas de aprendizaje como se indica a continuación: (a) que los estudiantes concluyan con el criterio de la primera derivada para identificar y definir puntos críticos; (b) que los estudiantes puedan darse cuenta de la diferencia entre los puntos críticos y los puntos de inflexión, al abordar la doble implicación del criterio de la primera derivada; (c) evaluar el manejo de los estudiantes de las diferentes funciones y si logran identificar la diferencia entre una función trascendente y una algebraica.

Como parte de la planeación de su sesión y para lograr estas metas de aprendizaje, ella tenía pensado continuar con la revisión de los enunciados propuestos por los estudiantes en la clase anterior, para concluir al menos con el criterio de la primera derivada y así los estudiantes pudieran

definir los puntos críticos. A partir de ahí, ella tenía pensado proporcionarles diferentes tipos de funciones con intervalos abiertos y cerrados para que las analizaran. Durante la entrevista previa a la sesión de clase, ante la pregunta “¿cómo sabrás si tus objetivos se lograron?”, ella expresó dos criterios de éxito para las metas de aprendizaje de esta sesión: que los estudiantes concluyeran con el criterio de la primera derivada y que pudieran resolver diferentes tipos de ejercicios en varios contextos.

En cuanto a la comunicación de las metas de aprendizaje a los estudiantes, pude identificar que la profesora Paula no lo realizó ni al inicio de la secuencia didáctica, ni al inicio de las sesiones de clase. Sin embargo, en esta segunda sesión, ella relacionó los resultados del análisis de cada función de cada estudiante que pasó al frente con el propósito de la actividad que estaban realizando. Así, después de que pasara el primer estudiante, ella le recordó a todo el grupo que estaban buscando verificar si era verdadero que, con cada función que ellos propusieron, la función era creciente cuando la pendiente era positiva y si la función era decreciente cuando la pendiente era negativa.

De igual forma, ella intercaló explicaciones de resumen, que le permitieron ubicar a los estudiantes en el propósito de la actividad. Por ejemplo, después de que pasaron los dos estudiantes del segundo equipo al pizarrón, ella hizo una explicación de resumen donde enfatizó que, para esa función trigonométrica, se observaba que la derivada era positiva donde la función era creciente, y la derivada era negativa donde la función era decreciente. Finalmente, cuando terminó el estudiante del tercer equipo, ella planteó una pregunta a los estudiantes para que identificaran lo diferente de la función propuesta y de nuevo ofreció una explicación de resumen, donde resaltó que la función no era creciente y que, al evaluarla tanto al lado derecho como izquierdo de la asíntota vertical, la derivada siempre era negativa.

Para obtener información sobre el aprendizaje de los estudiantes, la profesora utilizó durante la clase tres estrategias principalmente: al inicio de la sesión planteó la pregunta “¿qué aprendimos ayer?” y pidió que todos los estudiantes del grupo la respondieran; solicitó que algunos estudiantes pasaran al pizarrón a escribir sus respuestas; e hizo la propuesta de una actividad que permitía que los estudiantes proporcionaran diferentes respuestas.

La pregunta “¿qué aprendimos ayer?” ocurrió al inicio de la sesión, en el SAC Sondeo de conceptos trabajados en clases anteriores, el cual se presentó como un ajuste en su sesión de clase. En este segmento, la profesora Paula preguntó a cada uno de los estudiantes presentes: “¿Qué aprendimos ayer?” Cada uno expresó su principal aprendizaje en una frase, la cual ella retomó y comentó de manera muy breve; también les planteó preguntas cuando no estaba clara su contribución.

Al respecto, en la entrevista de seguimiento, la profesora Paula refirió que era una evaluación que ella realiza frecuentemente en sus clases, sobre todo cuando a los estudiantes les cuesta trabajo el tema de la secuencia didáctica. De manera particular, con esta actividad ella quiso evaluar tanto

a sus estudiantes como a la actividad misma para saber “qué tanto les dejó”. De igual forma, otra intención que tuvo fue ayudar a que los estudiantes recordaran lo trabajado en la clase anterior y también ayudar a aquellos que faltaron para que pudieran reincorporarse de manera más fácil a la sesión.

Si bien ella declaró que realiza esta actividad para obtener evidencia sobre el aprendizaje de sus estudiantes como algo recurrente en su práctica, también es muy probable que se haya presentado como consecuencia de la reflexión de la profesora a partir de la entrevista de seguimiento de la primera sesión. Una de las impresiones que me llevé en esta entrevista es que se sintió un poco incómoda al no poder dar cuenta del aprendizaje logrado por sus estudiantes al finalizar la sesión.

A partir de las dificultades presentadas por los estudiantes desde la primera sesión y ante el hecho de que la participación de ellos disminuyó en la segunda sesión, la profesora Paula llevó a cabo algunos ajustes a nivel macro y meso de la actividad conjunta en el aula. En primer lugar, como lo mencioné previamente, ajustó las metas de aprendizaje para detenerse e “ir al ritmo de los estudiantes”.

En segundo lugar, propuso nuevas actividades, que no estaban contempladas en la secuencia que tenía prevista para la clase. Por ejemplo, el SAC Sondeo de conceptos trabajados en clases anteriores y el SAC Trabajo en equipos se presentaron como un ajuste que realizó ante las dificultades que atendió durante la primera y segunda sesión. En este último, en lugar de que ella les proporcionara diferentes funciones con intervalos abiertos y cerrados para que los estudiantes las analizaran, ella ajustó para que, en equipos, los estudiantes propusieran una función que cambiara de comportamiento de creciente a decreciente y así pudieran verificar si el enunciado en el pizarrón era verdadero o no.

A un nivel meso de la actividad conjunta en el aula, la profesora llevó a cabo dos estrategias. La primera estuvo relacionada con brindar a los estudiantes retroalimentación cuando pasaron al pizarrón. En segundo lugar, ella incrementó el número y tipo de ejercicios, de tal forma que atendieran las dificultades mostradas por los estudiantes durante la primera sesión de la secuencia didáctica, como una especie de reforzamiento.

En el nivel micro de discurso, encontré que en el SAC Retroalimentación de soluciones de problema –donde la profesora revisó y retroalimentó los procedimientos que realizaron los estudiantes en el pizarrón— se presentaron secuencias que se pueden considerar como conversaciones de evaluación, por lo que llevé a cabo un análisis de cada línea del discurso. A continuación, presento el resumen de las estrategias por fase de los ciclos ESRU utilizadas por la profesora Paula. El detalle de los movimientos y sus frecuencias se pueden consultar en el Apéndice 9.

En el SAC Retroalimentación de soluciones de problema identifiqué en total 65 ciclos ESRU, de los cuales el 74% fueron incompletos y el 26% fueron completos. De los ciclos incompletos, el 55% fueron del tipo ESR y el 18% del tipo ES. Esto significa que, en este segmento, al igual que en el segmento analizado en la primera sesión de la secuencia didáctica, predominan estructuras de diálogo triádico (Lemke, 1997).

Debido a que los estudiantes resolvieron los problemas en el pizarrón con ayuda de la profesora y la finalidad de la actividad era revisar y retroalimentar, se puede explicar que las estrategias de obtención de información (E) más frecuentes en los ciclos fueron: obtener hechos o procedimientos (35%); plantear preguntas de tipo sí/no (13%); y obtener una clarificación por parte de los estudiantes (12%). La profesora utilizó prácticamente las mismas estrategias para obtener información que en la primera sesión, las cuales fueron de bajo soporte para el aprendizaje de los estudiantes.

Otras estrategias que utilizó en este segmento incluyen: comparar y contrastar las ideas o explicaciones de otros (4%), mediante la cual la profesora contrastó abiertamente dos puntos de vista diferentes que expresaron sus estudiantes (Ruiz-Primo y Furtak, 2007) con la finalidad de llevarlos a explicar esta diferencia; solicitar la respuesta de otro estudiante (4%), lo cual ocurrió cuando los estudiantes no participaban en clase y, mediante esta estrategia, ella los involucró intencionalmente con una pregunta o bien, cuando algún estudiante no podía contestar y entonces planteó la pregunta a un estudiante con buen desempeño para que la contestara de forma correcta. Con esta misma intención, utilizó la estrategia de solicitar a un estudiante que modele procedimientos al frente (2%).

Al igual que en el segmento de actividad conjunta de la sesión anterior, las estrategias de reconocimiento (R) de los ciclos ESRU se pueden clasificar en dos grupos, a saber, aquellas que responden al razonamiento de los estudiantes y aquellas que lo facilitan (Ellis et al., 2019). En relación con las estrategias que responden al razonamiento de los estudiantes, la profesora Paula utilizó las mismas que en el segmento de actividad conjunta del día anterior, excepto la de representación.

En este segmento, las estrategias para facilitar el razonamiento de los estudiantes estuvieron enfocadas en su mayor parte a proporcionar información a los estudiantes, lo que las convierte en estrategias de bajo soporte. Entre estas estrategias se encuentra el proporcionar pistas a los estudiantes para obtener la respuesta (8%), proporcionar una explicación de resumen (3%) y proveer información a los estudiantes (1%). De igual forma, identifiqué otras estrategias como el que la profesora respondiera directamente las preguntas que le plantearon los estudiantes (5%), proporcionarles la respuesta correcta (3%) y responder sus propias preguntas (4%), cuando los estudiantes no lo hicieron.

Dentro de las tres estrategias más frecuentes en el movimiento de respuesta (U) de los ciclos ESRU, que representan una cuarta parte de todos los ciclos del segmento de actividad conjunta, se encuentran el proporcionar una explicación conceptual (32%), presionar para una justificación (32%) y fomentar la corrección del error por parte del estudiante (16%).

A continuación, muestro y comento un fragmento del diálogo que se presentó entre la profesora y los estudiantes durante el SAC Retroalimentación de soluciones de problema, donde discutieron la diferencia que existe entre la fórmula de la diferencia de incrementos y la derivada para el cálculo de la pendiente de la recta tangente en un punto de una función, que es una confusión que presentó uno de los equipos que pasó al frente. En este fragmento se puede ver cómo la profesora Paula desplegó distintas estrategias de los ciclos completos ESRU, así como también aquellas de ciclos incompletos, las cuales voy señalando en su codificación entre corchetes.

Previo a este fragmento, un estudiante explicó que la fórmula de la diferencia de incrementos $\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ se utiliza para calcular la pendiente de una recta, puesto que siempre tiene la misma pendiente. Sin embargo, como una manera de atender esta comprensión equivocada de los estudiantes, la profesora Paula decidió retomar y profundizar en la explicación, por lo que solicitó de nuevo a los estudiantes que le proporcionaran una justificación matemática de la diferencia entre esta fórmula y la derivada para el cálculo de la pendiente de la recta tangente:

- Profesora: Así es. Esta fórmula que me dices es para las líneas rectas que nunca cambian de pendiente, ¿sí? [R: *Validar una respuesta correcta*] Que su pendiente es constante, ahí sí. Pero aquí como tenemos una función que está cambiando de pendiente en cada punto, la pendiente de la recta tangente se calcula con la derivada [U[E]: *Proporcionar una explicación conceptual*]. A ver, pregunta de nuevo, ¿cuál es la diferencia entre $\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ y la derivada? ¿O son iguales? [U[E]: *Presionar para justificación*]
- Estudiante: Son iguales porque las dos son pendientes.
- Profesora: Ok. Las dos son pendientes, son lo mismo. [R: *Re-voicing*] ¿Todos están de acuerdo? [U[E]: *Promover la evaluación de pares/ de sí mismo*]
- Estudiantes: Pero una debe ser recta y la otra puedes aplicarla a parábolas o... (*Hablan dos al mismo tiempo*).
- Profesora: Ok. [R: *Proporcionar una respuesta neutra*] ¿Por qué? ¿Cuál es la diferencia? [U[E]: *Presionar para justificación*]
- Estudiante: (¿)
- Profesora: $\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ y la derivada (*lo dice un poco más fuerte, para todo el grupo*).
- Estudiante: Es para lineales, la de ...
- Profesora: Eso ya lo dijimos, pero en su definición... [E]: *Plantear una pregunta sugerente*]
- Estudiantes: $\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ sobre dos puntos y en cambio la derivada es directo sobre un punto (*un alumno inicia la explicación, otro alumno la termina y mientras explican, se oye una voz de una estudiante que habla con su compañero*).

Hasta este momento, se puede ver cómo la profesora presionó para que le proporcionaran una justificación matemática sobre la diferencia entre esta fórmula y la derivada para el cálculo de la pendiente de la recta tangente. La respuesta de un estudiante indicando que eran lo mismo, porque las dos eran pendientes, reflejó que el estudiante aún no había comprendido el significado de la

derivada. La profesora Paula, en lugar de corregir, utilizó la estrategia de *re-voicing* como una manera de reconocer la contribución del estudiante, hacerla pública y darle la oportunidad de pensar la explicación proporcionada (Chapin et al., 2003). De igual forma, utilizó la estrategia de promover la evaluación de pares al preguntar si los demás estaban de acuerdo, lo que también permitió que el resto de los estudiantes del grupo se involucraran en la discusión. Sin embargo, se puede observar que, ante la falta de una justificación convincente, la profesora comenzó a recurrir a la estrategia de preguntas sugerentes, lo cual disminuyó la demanda cognitiva de la actividad y de preguntas que les propuso y, además, los llevó a que respondieran lo que ella esperaba.

- Profesora: (*Interrumpe a la alumna*) Así es, justamente eso era a lo que quería que llegaran [R: Validar una respuesta correcta]. A ver, cuando hacemos $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ (*escribe en el pizarrón*), ¿sí? necesitamos... Esto ¿cómo le habíamos llamado? (*señala en el pizarrón*) [E: Obtener hechos o procedimientos]
- Estudiante: Recta tangente.
- Profesora: No. [R: Corregir el error del estudiante]
- Estudiante: Recta ¿pendiente?
- Profesora: ¿La pendiente? Del... [E: Plantear una pregunta sugerente]
- Estudiante: (¿) (*se escuchan murmullos*)
- Profesora: Sí es una pendiente, la razón de incrementos. Okey. [R: Validar una respuesta correcta] Y Gerardo les acaba de dar la respuesta a su pregunta que tenían. Cuando tú haces $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ estás calculando la velocidad promedio o la pendiente, pero de la recta secante porque necesitas dos puntos para evaluarlo. Y cuando calculas la derivada, estás calculando velocidad instantánea en un solo punto, no necesitas dos, en un solo punto o desde otro punto de vista, la pendiente de la recta tangente. Derivada [U/E]: *Proporcionar una explicación conceptual*] ¿Cómo se define la derivada, Gerardo? [E: Obtener hechos o procedimientos]
- Estudiante: Como la pendiente de la recta tangente.
- Profesora: (*Ríe*) Con la razón de incrementos (*se ríen todos*). [E: Plantear una pregunta sugerente]
- Estudiante: Creo que desde lo de $\Delta x - x$
- Profesora: ¿Cuál perdón? [E: Obtener una clarificación]
- Estudiante: O sea, la formulita del límite.
- Profesora: Ah, ajá, pero aquí con la razón de incrementos. [E: Plantear una pregunta sugerente]
- Estudiante: (¿)

Hasta este momento del diálogo y como se verá más adelante, la profesora buscaba que los estudiantes le explicaran la diferencia entre ambos conceptos utilizando la definición de la derivada como el límite de la razón de incrementos cuando $\Delta x \rightarrow 0$. Sin embargo, como los estudiantes no lo hicieron, ella utilizó preguntas sugerentes para llevarlos hacia ese camino. Esto provocó que se presentara un efecto de canalización (*funneling*), el cual es considerado como un movimiento que facilita el razonamiento de los estudiantes, pero de bajo soporte (Ellis et al., 2019).

A continuación, se puede ver cómo a partir de la respuesta del último estudiante, la profesora se dio cuenta que seguían sin entender la diferencia entre ambos conceptos y utilizó las estrategias de revisar la comprensión del estudiante, comparar y contrastar las ideas o explicaciones de otros estudiantes y presionar para una justificación para ayudarlos a resolver esta incompreensión.

- Profesora: O sea, ¿es lo mismo entonces? [U[E]: Revisar la comprensión]
- Estudiante: Sí.
- Profesora: ¿No me habían dicho que no? [E: Comparar y contrastar las ideas o explicaciones de otros]
- Estudiante: ¿No es la de sobre Δx ?
- Profesora: Ajá, pero ¿cuál es la diferencia? O sea, ¿esto es lo mismo que la derivada de y con respecto de x ? (señala y escribe en el pizarrón $\frac{\Delta y}{\Delta x} \stackrel{?}{\leftrightarrow} \frac{dy}{dx}$) [U[E]: Presionar para una justificación]
- Estudiante: Sí.
- Profesora: Me acaban de decir que no. ¿Sí o no? [E: Comparar y contrastar las ideas o explicaciones de otros]
- Estudiante: (¿) (se oyen murmullos)
- Profesora: (Se ríe) Eso veo (Hace cara como preguntando a todo el grupo).
- Estudiantes: Sí es lo mismo. Sí, sí es lo mismo. (responden varios alumnos en desorden)
- Profesora: (Mira el pizarrón) Entonces ¿por qué calculamos la derivada? Pues nada más calculen $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ en todos los ejercicios. [[R]U[E]: Presionar para una justificación]
- Estudiante: No, porque solo sería una parte de la gráfica.

Como los estudiantes continuaban sin poder proporcionarle una justificación, la profesora Paula solicitó que le proporcionaran la definición de la derivada. A pesar de que implicaba recitar de memoria un hecho matemático, puede constituirse en una orientación para elaborar una justificación. Ella solicitó la respuesta a dos estudiantes, que no le pudieron proporcionar la definición, y, en un momento de desesperación, cuando un estudiante mencionó que era un límite, ella lo interrumpió para proporcionar una explicación conceptual, como se muestra a continuación:

- Profesora: Entonces no es lo mismo. [R: Re-voicing] (Niega la chica que hizo la última participación con la cabeza) Entonces ¿cuál es la derivada? Ayer tú me lo dijiste (señala a la alumna). ¿Qué es la derivada? [E: Obtener hechos o procedimientos]
- Estudiante: ¿Yo lo dije? (Ríen todos)
- Profesora: Mhm... (asiente con la cabeza, se ríen todos) [R: Responder la pregunta del estudiante]
- Estudiante: No, no sé.
- Profesora: Tú también lo dijiste (señala a otro alumno) ¿Qué es la derivada? (el alumno se señala como de “¿yo?”, la maestra asiente con la cabeza, ríen sus compañeros) [E: Solicitar respuesta de otro estudiante]
- Profesora: (Asiente con la cabeza sonriendo) Ahora nadie dijo nada (se ríe).
- Estudiante: Es la fórmula...
- Profesora: (Interrumpe al estudiante) Velocidad instantánea (señala al alumno que empezó a hablar) [E: Proporcionar pistas para la respuesta]
- Estudiante: $f(x + \Delta x) - \Delta x \dots$
- Profesora: Ok. A ver, lo quieren así. Entonces... (pide que repita con un gesto y se acerca al pizarrón para escribir) [R: Retomar la observación/respuesta del estudiante]
- Estudiante: Límite por Δx .
- Profesora: Ok. Límite, esa es la diferencia (escribe en el pizarrón mientras habla). Límite cuando Δx tiende a cero de la razón de incrementos, es la derivada. Pero sin límite, lo que están calculando es (duda un poco) ...este... la pendiente de una recta secante o la velocidad promedio en un intervalo, necesitarían dos puntos como les dijo Gerardo (explica a los estudiantes que están parados en el pizarrón), ¿sí? Y si quieren la pendiente en un solo punto o la velocidad instantánea, en un solo punto, porque es instantánea, entonces, límite cuando Δx , digo Δy sobre Δx cuando Δx tiende a cero, ¿sí? (se aleja del pizarrón dando pie a que el alumno que está en el pizarrón continúe con el ejercicio) (...) La diferencia está en el cálculo del límite, de hecho, de ahí surgió. Es el primer problema que vimos en el curso, ¿no se acuerdan? Bueno, después de la parte de trigonometría inicial. [U: Proporcionar una explicación conceptual].

Como se puede ver en este fragmento, los estudiantes no pudieron deducir por ellos mismos la justificación requerida. Esto llevó a la profesora a implementar estrategias de bajo soporte, como el planteamiento de preguntas sugerentes, provocando un efecto de canalización. Al final, ella proporcionó una explicación conceptual, donde no nada más les brindó información, sino que también explicó el por qué, lo cual lo constituye en una práctica de alto soporte para el pensamiento matemático de los estudiantes (Ellis et al., 2019).

El noticing de la profesora Paula durante la segunda sesión se puede consultar en la Tabla 10

Tabla 10.

Noticing de la profesora Paula en la segunda sesión

	Atención selectiva	Interpretación
Sesión 2	<p>Aprendizajes matemáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Hueco conceptual” • Aprendizajes previos • Expresiones verbales • Errores de estudiantes • Soluciones alternativas y originales <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientación de los estudiantes hacia la tarea • Falta de participación de los estudiantes 	<p>Formas de razonamiento (códigos emergentes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atribución a docentes de cursos anteriores (relación con RELACIONES CAUSALES) • Estereotipos (repetidores vs. “buenos”) + ANOMALÍA <p>Marcos interpretativos (de la literatura):</p> <ul style="list-style-type: none"> • TOMA DE PERSPECTIVA • AFECTIVO (sorpresa y pesar; resignación) • ANOMALÍA

Nota. Elaboración propia

Durante la segunda sesión y como consecuencia de lo ocurrido en la primera, la atención de la profesora Paula estuvo dividida en elementos relacionados con el aprendizaje en matemáticas de sus estudiantes y en otros elementos. Como parte de los aprendizajes matemáticos, ella prestó atención a los aprendizajes previos de sus estudiantes –aquellos que debieron haber desarrollado en un curso de Precálculo– y al “hueco conceptual” que presentaron en la sesión anterior con respecto al tema de funciones.

Como parte de sus estrategias para atender estas dificultades, ella propuso una actividad, donde los estudiantes tuvieron que proporcionar una función que cumpliera con ciertas características. A partir de esto, ella prestó atención a los errores, a la originalidad de las funciones propuestas y a las expresiones de los estudiantes, donde el uso de lenguaje matemático fue relevante para ella.

De igual forma, ella se dio cuenta de otros elementos, los cuales se convirtieron en indicadores importantes para hacer ajustes en la estructura de la actividad conjunta del aula, que tuvieron la

finalidad de apoyar a los estudiantes a alcanzar las metas que tenía previstas para la sesión. Como parte de estos elementos ella se dio cuenta de que los estudiantes se “estaban durmiendo” y que no estaban orientados ni concentrados en la actividad que estaban realizando al inicio de la clase. La propuesta del SAC Trabajo en equipo tuvo entonces la finalidad de alterar la dinámica de la clase, para que los estudiantes pudieran participar de manera más activa en la misma.

En cuanto a su interpretación, durante la segunda sesión utilizó dos formas de razonamiento emergentes –atribución a docentes de cursos anteriores y estereotipos—y tres marcos interpretativos –toma de perspectiva, afectivo y anomalía. Todos estos elementos fueron utilizados también por la profesora para la interpretación de lo ocurrido en la primera sesión.

A continuación, presento el análisis de un episodio de clase, donde se llevó a cabo una dinámica de retroalimentación en el SAC Retroalimentación de soluciones de problema conforme pasaron los diferentes equipos al pizarrón. Este episodio lo presento como un ejemplo sobre cómo operó su forma de interpretar y los apoyos que ella brindó a los estudiantes. En este segmento de actividad conjunta, pasaron al frente tres estudiantes para escribir en el pizarrón la función trabajada en su equipo, su gráfica, el cálculo de la derivada y el valor de la derivada en dos puntos donde la función era creciente y decreciente, respectivamente.

El primer estudiante que pasó al frente, que tenía un buen desempeño en la asignatura, solicitó hacerlo por haber terminado primero que todos los demás. La función que propuso fue $f(x) = -x^2 + 4x + 5$. Poco tiempo después de que comenzara a realizar sus procedimientos en el pizarrón, la profesora solicitó a su compañero de equipo que pasara al frente para apoyarlo, puesto que ella identificó que durante el trabajo entre pares no contribuyó significativamente al mismo, lo que es una evidencia de cómo ella atendió la orientación de los estudiantes hacia la tarea. Conforme el primer estudiante presentó sus procesos, los cuales no tuvieron ningún error, la profesora fue narrando lo que el estudiante realizó, respondió a las preguntas de los estudiantes y también les planteó preguntas cuando algo que escribieron no estaba claro o requería mayor explicación.

En segundo lugar y a solicitud de la profesora, pasaron dos estudiantes de un mismo equipo que se sentaban por lo general al fondo del salón y que tenían un desempeño poco satisfactorio en la asignatura. La función que propusieron fue $f(x) = 2 \cos x$. Durante todo el tiempo que estuvieron al frente realizando sus procedimientos, presentaron diferentes dificultades: los intervalos de la función los reportaron con respecto a la variable y y no con respecto a x ; el cálculo de la pendiente de la recta tangente en un punto determinado de la función lo querían realizar con la fórmula $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ y no con la derivada de la función evaluada en ese punto; la función derivada la presentaron sin argumento, como $f'(x) = -2 \text{ sen}$; tuvieron muchas dificultades para obtener, incluso con el apoyo de una calculadora, el valor exacto de $\text{sen}(-\frac{\pi}{2})$.

El acompañamiento y retroalimentación proporcionado a estos dos estudiantes fue diferente a lo ocurrido con el primer equipo. Así, la profesora les prestó atención a ratos, dejándolos solos cuando mayor confusión presentaban. Por ejemplo, cuando no sabían si utilizar la fórmula de la razón de incrementos para el cálculo de la pendiente en un punto de la función, ella estuvo atendiendo a otros estudiantes en el salón, dejándolos en el pizarrón por varios minutos. Para resolver esta duda, ella no se dirigió con ellos directamente, sino que planteó la duda a todo el grupo, lo cual corresponde al fragmento que presenté y analicé previamente. Cuando sí les prestó atención y estuvo con ellos al frente dando seguimiento a lo que iban realizando, ella les repitió las instrucciones, corrigió los errores, les planteó preguntas que no podían responder y respondió las preguntas que ellos le iban haciendo.

El tercer equipo que pasó al pizarrón, a solicitud de los propios integrantes, estuvo conformado por los estudiantes más destacados del salón. Ellos propusieron la función $y = \frac{1}{2}x + 2$ y uno de ellos fue el que desarrolló el procedimiento al frente. La profesora le prestó su total atención y narró en voz alta lo que el estudiante fue realizando, le planteó preguntas para clarificar sus explicaciones, respondió las dudas del estudiante y sugirió claves de respuesta para que continuara con su desarrollo. Al finalizar, el estudiante se enfrentó a la dificultad de que no podía indicar en qué intervalo la función era creciente –ya que era decreciente en todo su dominio–, por lo que la profesora mantuvo un diálogo personalizado con él, donde le planteó más preguntas que le permitieron clarificar y entender lo que estaba pasando.

La dinámica que se presentó en el SAC Retroalimentación de soluciones de problema sugiere que la profesora pudo estar proporcionando ayudas de distinta manera a los estudiantes, dependiendo de su nivel de desempeño en la asignatura. Al hablar sobre este episodio en la entrevista de seguimiento, la profesora Paula utilizó las tres formas de razonamiento de manera recurrente e interrelacionada. En primer lugar, externó sorpresa y pesar –lo que corresponde al marco interpretativo afectivo– sobre lo que ocurrió con el segundo equipo. Los elementos a los que ella prestó atención sobre su trabajo fueron los errores que cometieron, por ejemplo, que los estudiantes no sabían proporcionar los intervalos cuando la función era creciente o decreciente, que proporcionaban el intervalo con respecto a la variable dependiente y no con respecto a la independiente y que no se sabían los valores exactos de las funciones trigonométricas.

De manera particular, ella expresó este tipo de emociones cuando se rompieron sus expectativas con respecto a lo que debieron haber realizado los estudiantes en la clase, considerando lo que ella ha trabajado con ellos en el curso, por lo que el marco interpretativo de anomalía (Sherin y Russ, 2014) estuvo presente en sus razonamientos. Esta interrelación de marcos y formas de razonamiento se puede ver en el siguiente fragmento de la entrevista:

Investigadora: Ehmm (12 seg.) En lo que hoy hicieron los estudiantes ¿hubo alguna respuesta o algún método que era distinto a lo que tú esperabas?

- Profesora: Mmm (5 seg.) Este... no, me parece, bueno no, sí. Uno. Ehmm... me provocó mucho pesar el equipo aquel, que fueron estos niños que van mal, que no sabían la diferencia entre la razón de cambio promedio y la razón de cambio instantánea. Eso no lo esperaba, que hubieran quedado dudas ahí, según yo era un tema que estaba cubierto y que entendían muy bien. Y no sé si te percaste que no sabían qué hacer, me llamó la atención que quisieran participar, pero pasan y no sabían que hacer después y querían calcular la pendiente como si se tratara de una línea recta. Y cuando empiezo a preguntar a los demás (*ríe*) casi nadie en el grupo salvo un niño, el joven que dijo “ah, es que esa la puedes calcular entre dos puntos”.
- Investigadora: Mhm.
- Profesora: Él va muy mal en el curso, le cuesta muchísimo trabajo y sin embargo esa parte fundamental él sí la tenía y los demás andaban como divagando (*ríe*).
- Investigadora: (*Ríe*) Ok.
- Profesora: En la definición de derivada me quedé, así como “¡¿Cómo?!” (*su tono demuestra la sorpresa y decepción con esa situación*) ¡Pero si es de lo que hemos estado hablando todo el curso!
- Investigadora: Mmmm...
- Profesora: Eso no me lo esperaba.

En este mismo fragmento se puede ver también que la profesora utilizó, al igual que en la entrevista de la sesión del día anterior, la forma de razonamiento de estereotipos. En esta entrevista se hizo más evidente que ella clasificó a los estudiantes como aquellos de bajo rendimiento y que eran repetidores y aquellos que tenían buen desempeño. Además, ella tenía determinadas expectativas para cada grupo de estudiantes, las cuales, si no correspondían con las acciones que ellos llevaron a cabo en el aula, generaron en ella reacciones emotivas, por ejemplo, le llamó la atención o le generó sorpresa. Con respecto a los estudiantes de bajo desempeño en la asignatura, ella reflejó en la entrevista resignación y además justificó que la falta de aprendizaje en una clase, se debía a su bajo desempeño en la asignatura. Tanto el fragmento anterior como el siguiente fragmento son una muestra de estas expectativas:

- Profesora: Hay estudiantes que aún no aprenden, sin embargo, son estudiantes que van de por sí muy mal en el curso.
- Investigadora: Mhm.
- Profesora: El caso de este joven me llama mucho la atención, él es repetidor ya varias veces, tanto de Fundamentos como de Mate. Y esta forma visual, él estudia este... (*está tratando de recordar*), Sistemas, y esta forma visual está despertando como mucho. Si tú lo vieras en las otras clases era más pasivo, como que no le caía el veinte y ahorita está diciendo cosas importantes a pesar de que no va tan bien, o sea, ahí va rayando el siete y ahorita está como despertando.

Esta situación que se presentó con el segundo equipo fue el foco de atención de la entrevista de seguimiento, a partir de la cual pude identificar que los principales elementos que fueron atendidos por la profesora fueron los errores cometidos por los estudiantes, sus expresiones verbales, sus aprendizajes previos, las soluciones alternativas o innovadoras que proporcionaron y la orientación de los estudiantes hacia la tarea. Los marcos interpretativos y formas de razonamiento que más

utilizó fueron el afectivo, anomalía y estereotipos. De igual forma, en el transcurso de la entrevista también utilizó, como en el día anterior, la toma de perspectiva y la atribución a docentes anteriores.

Debido a que el ajuste que ella realizó para la planeación de su clase estuvo enfocado a que los estudiantes verificaran un enunciado exclusivamente, se puede decir que no se alcanzaron las metas propuestas por la profesora en su totalidad. De manera particular, los estudiantes no concluyeron con el criterio de la primera derivada, no se dieron cuenta de la diferencia entre puntos críticos y puntos de inflexión ni abordaron la doble implicación del criterio de la primera derivada, ni tampoco identificaron la diferencia entre una función trascendente y una algebraica. Sin embargo, la profesora Paula sí tuvo oportunidad de evaluar el manejo de los estudiantes de las diferentes funciones, puesto que los tres equipos que pasaron al frente propusieron una función cuadrática, una función trigonométrica y una función racional y ella pudo darse cuenta de las dificultades que mostraron durante el análisis.

En la entrevista de seguimiento, la profesora Paula dejó ver que ella tenía claridad con respecto a la meta de la secuencia didáctica y que el ajuste propuesto en clase estuvo relacionado con el criterio de la primera derivada. Sin embargo, de nuevo expresó la necesidad de ir al ritmo de los estudiantes, por lo que ella consideró necesario repasar con ellos si en todos los casos cuando la función era creciente, la derivada era positiva. Al respecto, sus palabras textuales fueron las siguientes: “Cada grupo te van marcando ritmos, entonces yo soy de la idea que no me puedo saltar si ellos no están avanzando [...] Yo no tengo un orden, sino que ellos ponen el orden y el ritmo. Obviamente sí tengo los objetivos claros y hacia allá los voy empujando cuando veo que ya se están tardando mucho en llegar a...”.

Sesión 3

La tercera sesión fue una continuación de la segunda, para la cual la profesora mantuvo la meta de aprendizaje de concluir con el criterio de la primera derivada. De manera particular, en la entrevista previa a la sesión, ella declaró la intención de terminar en primer lugar con la actividad de la segunda sesión, para la cual pasó a un integrante de cada equipo para presentar su función, su gráfica y dos puntos donde la función fuera creciente y decreciente respectivamente. En segundo lugar, expresó su intención de continuar con el análisis de los comentarios de los estudiantes –que proporcionaron en la primera sesión–, donde pensaba retomar aquellos que estuvieran enfocados a cómo encontrar máximos y mínimos, así como puntos de inflexión, utilizando la derivada de la función. En la Tabla 11 muestro las prácticas de evaluación formativa informal a nivel macro y meso de la tercera sesión de la secuencia didáctica de la profesora Paula.

Tabla 11.

Prácticas EFI a nivel macro y meso de la tercera sesión de la profesora Paula

	Acciones para clarificar y/o compartir metas de aprendizaje	Medios para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes	Acciones o ajustes para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje
Sesión 3	<p>Metas de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meta de aprendizaje para reforzar temas con dificultades del día anterior <p>Criterios de éxito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes concluyen el criterio de la primera derivada (enunciado formal/definición matemática) <p>Comunicación de metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporciona instrucciones al inicio de la actividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionamiento a estudiantes • Pasar a los estudiantes al pizarrón • Actividad de naturaleza abierta: los estudiantes proponen su propia función 	<p>Macro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajuste en metas de aprendizaje para atender dificultades • Cancela actividad antes de terminar • Propuesta de nuevas actividades <p>Meso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estrategia de apoyo entre pares (estudiantes con mejor desempeño pasan al frente ayudar o resolver problema) • Incremento de frecuencia de ejercicios para reforzar temas con dificultades • Retroalimentación (una diferencia en el tipo de atención y apoyos a estudiantes de acuerdo con su nivel de desempeño en la asignatura y de acuerdo con estereotipos) • Cambio de enfoque a actividades: práctica guiada como ayuda a estudiantes

Nota. Elaboración propia

En la sesión se presentaron tres segmentos de actividad conjunta diferentes: SAC Retroalimentación de soluciones de problema, SAC Formalización de regla/criterio y SAC Resolución de ejercicio de forma guiada. Cabe destacar que en ningún momento de la sesión la profesora Paula compartió las metas de aprendizaje con los estudiantes y lo único que les proporcionó fueron las instrucciones para el tercer segmento de actividad conjunta. Los criterios de éxito que ella expresó con respecto al logro de las metas de aprendizaje estuvieron relacionados con el que los estudiantes concluyeran el criterio de la primera derivada, es decir, que pudieran expresarlo como un enunciado formal con lenguaje matemático.

Las estrategias que ella utilizó en esta clase para obtener información sobre el aprendizaje de sus estudiantes, fueron las mismas que la sesión anterior: que los estudiantes propusieran sus propias funciones, cuestionamiento directo a los estudiantes y que los estudiantes pasaran al frente al pizarrón a escribir el desarrollo de su análisis.

En la tercera sesión, pasaron en total tres equipos al frente para desarrollar el análisis de las

siguientes funciones: $f(x) = 4 \sin(x)$, $f(x) = \frac{1}{2} \sec(x)$ y $y = 5 \sin(x) \cos(x)$. El integrante del primer equipo, que se sentaba en la primera fila del salón, no mostró ningún tipo de error en su procedimiento. Sin embargo, los integrantes de los otros dos equipos, que eran estudiantes que se sentaban al fondo del salón y que algunos eran estudiantes de bajo desempeño en la asignatura, presentaron muchas dificultades.

Ante esta situación, la profesora Paula llevó a cabo algunos ajustes a nivel macro y meso de la actividad conjunta en el aula. En un nivel macro, ajustó de nuevo la meta de aprendizaje de la sesión para atender las dificultades mostradas por los estudiantes y propuso una actividad que no tenía contemplada, la cual tuvo un cambio de enfoque, donde ella llevó a cabo una práctica guiada, en lugar de que los estudiantes continuaran realizando el análisis por su cuenta.

A un nivel meso, observé las siguientes estrategias como medio para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje: apoyo entre pares; incremento de la frecuencia de ejercicios con determinadas características para reforzar temas con dificultades; y retroalimentación a los estudiantes. En el fragmento de la tercera sesión que analizo en los siguientes párrafos muestro cómo se relacionan los diferentes elementos de la atención, interpretación y ajustes que llevó a cabo la profesora. Este episodio trata del momento cuando el segundo equipo pasó al pizarrón durante el SAC Retroalimentación de soluciones de problema.

En cuanto al nivel micro del discurso en el aula, en el SAC Retroalimentación de soluciones de problema se presentaron conversaciones de evaluación. Sin embargo, al haber tenido la misma dinámica que en la clase anterior, ya no realicé el análisis de línea por línea, puesto que consideré que no abonaría nuevas prácticas de evaluación formativa informal a nivel micro.

En la Tabla 12 presento los elementos de atención selectiva e interpretación correspondientes al noticing de la profesora Paula en la tercera sesión.

Tabla 12.*Noticing de la profesora Paula en la tercera sesión*

	Atención selectiva	Interpretación
Sesión 3	<p>Aprendizajes matemáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expresiones verbales de los estudiantes: facilidad de expresión como indicador de comprensión. • Respuestas correctas. 	<p>Formas de razonamiento (códigos emergentes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estereotipos (un estudiante de bajo desempeño sí sabe; un estudiante de alto desempeño no sabe) • Atribución: atribución a docentes anteriores; atribución a estudiantes (relación con RELACIONES CAUSALES) • Requerimientos futuros (en la línea de matemáticas y en ingenierías) <p>Marcos interpretativos (de la literatura):</p> <ul style="list-style-type: none"> • AFECTIVO (molestia; desesperación; preocupación; intranquilidad) • ANOMALÍA • COMPARACIÓN (referencia a propia experiencia como estudiante)

Nota. Elaboración propia

En esta sesión, se hizo todavía más evidente que la profesora no prestó igual atención a los estudiantes que tenían un desempeño poco satisfactorio en la materia que a aquellos que se les facilitaba más, acción que considero está condicionada por el tipo de razonamiento asociado a los estereotipos y a sus expectativas.

Cuando la profesora solicitó que pasaran los integrantes del segundo equipo al pizarrón, ellos no tenían una función diferente a las presentadas hasta el momento, condición que había puesto la profesora. Desde el inicio del diálogo con ellos, se vio cómo ella se sintió molesta con las respuestas de los estudiantes y con su lentitud para pasar al frente. Como no tenían una función diferente que presentar, ella les pidió en ese momento que propusieran una. Sin embargo, ante su falta de iniciativa, ella les sugirió la siguiente función: $f(x) = \frac{1}{2} \sec(x)$.

En la entrevista de seguimiento, la profesora explicó que uno de los integrantes de este equipo estaba condicionado para permanecer en la universidad y que se encontraba en el curso por tercera vez, lo que lo convertía en un repetidor. El otro integrante del equipo era un estudiante que ella consideraba de buen desempeño, puesto que era “de nueve y de diez”. De igual forma, ella explicó que la sugerencia de la función obedeció a una estrategia que ella había implementado desde el inicio del curso, mediante la cual reforzaba los temas en los que los estudiantes tenían dificultades, al incrementar la frecuencia de ejercicios con determinadas características. Debido a que ella detectó al inicio del cuatrimestre que los estudiantes tenían muchos problemas con las funciones

trigonométricas, ella proponía constantemente ejercicios que las involucraran, independientemente del tema que se estuviera abordando.

Una vez que los estudiantes pasaron al frente, comenzaron a tener problemas para graficar y la profesora los dejó trabajar solos. De hecho, cuando un estudiante del grupo le indicó a la profesora de un posible error que ellos estaban cometiendo, ella respondió “No importa. Espero que ya lo sepan”. En lugar de prestarles atención mientras estaban al frente, ella dialogó con un estudiante sobre cómo se podría resolver el problema que ella tenía desde el día anterior para descargar el programa de GeoGebra en la computadora del salón. Transcurrieron un poco más de dos minutos, tiempo en que los estudiantes trabajaron solos. Después, uno de ellos se acercó con la profesora para plantearle una pregunta. Ella le respondió, mirando todo el tiempo hacia la pantalla: “Ehhh...Evalúala, por ejemplo, en cero... para que averigües qué tiene que ver en un medio.” Esta respuesta ayudó poco a los estudiantes, quienes seguían teniendo dificultades para obtener la gráfica de la función.

Después de esto, la profesora solicitó a un estudiante –Christian– que les ayudara y los dejó de nuevo trabajar solos, ya que seguía hablando sobre el problema técnico con el estudiante que la estaba apoyando con el software. La profesora explicó posteriormente en la entrevista, que Christian era un “buen estudiante”, condición que ella pensó sería de ayuda para los que estaban al frente. A pesar de que los tres estudiantes utilizaron un programa en su celular y en su iPad, no pudieron construir la gráfica de la secante en el pizarrón.

Después de minuto y medio y una vez que terminó de revisar con el estudiante el problema técnico, se acercó al pizarrón y les comenzó a preguntar sobre las raíces de la función, así como sobre los extremos de la misma. Los estudiantes respondieron de manera equivocada a la primera pregunta y no respondieron nada a la segunda. La profesora entonces solicitó la intervención de Gustavo, quien hizo mención sobre las asíntotas de la función. La profesora preguntó a este estudiante porqué dichas asíntotas estaban en los múltiplos fraccionarios de π , y, a partir de una serie de preguntas subsecuentes, lo llevó a concluir que la función secante se podía expresar también como $\frac{1}{\cos(x)}$ y que las asíntotas verticales se encontraban igualando $\cos(x) = 0$.

A partir de ahí, la profesora pidió al equipo que estaba al frente que colocaran las asíntotas verticales en $\frac{\pi}{2}$, $\frac{3\pi}{2}$, $\frac{5\pi}{2}$, $\frac{7\pi}{2}$ y que dibujaran bien la gráfica. De nuevo, los dejó solos alrededor de un minuto y entabló una conversación con el estudiante que la estaba ayudando con el software. La profesora regresó con los estudiantes en el pizarrón y al ver su gráfica, les preguntó que si habían colocado una asíntota vertical en $x = 1$, y uno de ellos respondió que en dos y otro que en “uno punto y algo”, lo cual no correspondía a los valores que ella les indicó previamente. En ese momento, la profesora se rio un poco y los mandó a sentarse y solicitó a Gustavo que pasara a acabar el ejercicio: “Siéntense, adiós. ¿Quién quiere acabar el ejercicio, por favor? Gustavo ¿lo

acabas?” Los estudiantes se regresaron a su lugar con una expresión de desánimo.

La profesora Paula tenía identificado a Gustavo como un estudiante que presentó muchos problemas al inicio del curso, pero que durante la clase “sí tenía idea”, puesto que ella se dio cuenta que era de los pocos que hablaba sobre los valores correctos donde se encontraban las asíntotas. De manera particular, a ella le llamó la atención que, a pesar de tener tantos problemas, sí sabía. Además de reflejar su forma de razonamiento de estereotipos –un estudiante de bajo desempeño sí sabe–, también pude observar que la profesora Paula atendió a las expresiones verbales de los estudiantes y a las respuestas correctas que proporcionaron.

La interacción con Gustavo fue completamente diferente. Este estudiante comenzó colocando de manera correcta las asíntotas verticales de la función y la profesora comentó a todo el grupo, mostrando emoción y con una voz más fuerte: “¿Ya vieron?” A partir de ahí, no lo dejó solo y le fue indicando qué hacer. Después de las asíntotas verticales, ella le pidió en dos ocasiones que evaluara la función en $x = 0$ y en $x = \pi$, para lo cual el estudiante presentó muchas dificultades y cometió errores. Sin embargo, ella le corrigió y lo fue guiando para llegar al resultado correcto. En este proceso, ella proporcionó una ayuda que puede ser muy útil para graficar la función de la secante: “Sí, si no están seguros, evalúen, denle otro valor entre cero y $\frac{\pi}{2}$, por ejemplo, $\frac{\pi}{4}$. Si les da positivo, quiere decir que la primera “U” sale hacia arriba. ¿No?”.

Una vez que terminó de evaluar esos dos valores, la profesora le pidió que identificara dos intervalos, uno donde la función fuera creciente y otro donde fuera decreciente. Sin embargo, cambió al estudiante que estaba al frente y pidió a otro estudiante que pasara a resolver lo que acababa de solicitar. La decisión por la cual pasó a este segundo estudiante al pizarrón –René– no la explicó con claridad en la entrevista. Sin embargo, a partir de la observación, pude deducir que estuvo relacionada con el hecho de que René no estaba trabajando o prestando atención. Esto fue evidente, cuando el estudiante hizo la pregunta a sus compañeros antes de llegar al pizarrón: “¿Qué dijo?”. La profesora repitió la instrucción “Elige un intervalo donde es creciente y evalúa la derivada en algún punto dentro de ese intervalo” y a partir de ahí, lo dejó solo durante un poco más de dos minutos.

En este tiempo, la profesora pasó lista, mientras que René no podía avanzar porque no sabía qué hacer. Dos de sus compañeros le proporcionaron pistas para ayudarlo, sin embargo, esto fue en vano. Hacia el final, René se volteó con ella y le preguntó “¿Así?” como a manera de solicitar su atención y pedirle ayuda. Sin embargo, ella le contestó “O sea, no tienes idea de qué hacer René” y él le contestó “No, sigo dormido Miss”. En ese momento, la profesora solicitó que alguien que “sí sepa” pase al frente y eligió a David, uno de los estudiantes más destacados del salón. La profesora estuvo pendiente de este estudiante durante casi siete minutos ininterrumpidos y lo fue ayudando incluso cuando cometía errores.

En este episodio pude identificar que existió una diferencia en el tipo de atención y apoyos

proporcionados al estudiante que pasó al final a resolver el problema, con respecto a aquellos que mostraron dificultades previamente. De manera particular, la profesora dejó solos a los dos primeros estudiantes durante un poco más de seis minutos. La acción que propuso como medio para ayudarles a superar las dificultades mostradas durante la construcción de la gráfica de la función secante —apoyo entre pares—no fue suficiente para lograrlo. Es más, al solicitar que estudiantes con mejor desempeño pasaran al frente para ayudar y resolver el problema, pudo resultar contraproducente, puesto que puso en evidencia a aquellos estudiantes que más dificultades tenían y también los desmotivó.

Al dialogar sobre este episodio en la entrevista de seguimiento, la profesora Paula utilizó de nueva cuenta y de manera interrelacionada los marcos interpretativos afectivo y anomalía, así como la forma de razonamiento relacionada con estereotipos. Para ella, la situación que se presentó con los estudiantes del segundo equipo representó una “perdición total”, lo que le generó un sentimiento de desesperación principalmente. De esta manera, sus expectativas se rompieron con respecto a cuatro elementos: (a) el estudiante que “era de 9 y 10” cometió muchos errores y no podía graficar una función básica como la secante; (b) el que hayan acreditado un curso de fundamentos de las matemáticas y “no sepan nada”, como por ejemplo el que no puedan calcular los valores exactos de las funciones trigonométricas; (c) el que con todo y un graficador en un celular y en un iPad no pudieran obtener la gráfica de la secante; (d) la falta de participación de los estudiantes, ya que de acuerdo con ella, “no se movían, no pensaban, nada, hoy estaban en plan vegetal”.

De igual forma, utilizó dos formas de razonamiento asociadas a la atribución. En primer lugar, atribuyó a los docentes de cursos anteriores las dificultades presentadas por los estudiantes, al retomar lo que se les debería enseñar en el curso de fundamentos —encontrar el intervalo más grande donde una función es creciente o decreciente—y que los estudiantes no pudieron realizar. Por otro lado, atribuyó a los estudiantes el que no hayan desplegado lo que ella consideraba que sí sabían. En este sentido, ella explicó que el haber acreditado los cursos anteriores era ya un indicador de que tenían conocimientos mínimos, por los cuales obtuvieron la calificación aprobatoria.

Asimismo, durante la entrevista mostró preocupación al referirse a los requerimientos futuros de los estudiantes en las asignaturas de la línea de matemáticas y en la ingeniería como tal. Ella consideró que la construcción de gráficas era un tema principal en toda la línea de matemáticas y que, si los estudiantes mostraban dificultades con gráficas básicas, tendrían mayores problemas en asignaturas donde se tienen que graficar regiones, por ejemplo. De la misma manera, consideró que las funciones trigonométricas son recurrentes en los problemas típicos de ecuaciones diferenciales en la ingeniería en sí, donde se tienen que modelar, por ejemplo, movimientos de resortes utilizando combinaciones de senos y cosenos.

Esta referencia a requerimientos futuros la ha llevado a tomar decisiones en cuanto ajustes en la instrucción para su curso. Así, por ejemplo, ha reforzado el tema de funciones trigonométricas,

sobre todo con amplitud modulada desde que inició el periodo. En cuanto a los problemas detectados en la construcción de gráficas, tomó la decisión en la tercera sesión de abandonar el análisis de los enunciados de los estudiantes, para ayudarlos con ejercicios de práctica guiada, en donde ella les proporcionó las funciones y los fue orientando en cuanto a los procedimientos.

Esta decisión también estuvo acompañada del marco interpretativo de comparación, donde ella hizo referencia a su propia experiencia como estudiante. En palabras de la profesora Paula, “cuando le estás dando muchas vueltas a un mismo tema, de repente yo siento que el tema es muy difícil [...] Y entonces lo olvido un rato y luego lo leo por mi cuenta sola y me doy cuenta que no, que realmente sí estaba tranquilo”. Esta forma de razonamiento la llevó posteriormente a una negación de la evidencia sobre las dificultades que estaban enfrentando sus estudiantes, argumentando que lo único que “necesitan es practicar, para que vayan recordando, porque no creo que estén tan perdidos”.

De manera adicional, la profesora Paula comentó en esta entrevista que, al finalizar la sesión de clase, tuvo una conversación con un estudiante que faltó las primeras dos sesiones de la secuencia didáctica. En esta conversación, el estudiante le dejó ver que, al preguntar por lo realizado en clase, sus compañeros le contestaron que “no habían hecho nada”. Esta respuesta provocó intranquilidad en la profesora, lo cual abonó a su decisión de cambiar la dinámica de las clases. Esta decisión se vio reflejada en el resto de la secuencia didáctica, donde a partir de la quinta sesión ya no se presentaron episodios de evaluación formativa informal.

De igual manera, esta decisión tuvo como consecuencia que ella propusiera en la tercera sesión el SAC Formalización de regla/criterio, donde la profesora aceleró el enunciado del criterio de la primera derivada, recabando las conclusiones a las que llegaron los estudiantes y planteando preguntas para llevarlos a la generalización. Posteriormente –tanto en esta sesión como en las siguientes– proporcionó ejemplos de funciones para las cuales debían determinar de forma individual los intervalos donde fueran crecientes y decrecientes (SAC Resolución de ejercicio de forma guiada por la profesora).

Con respecto al logro de las metas de aprendizaje planteadas por la profesora en la entrevista previa a la sesión, puedo decir que se cumplieron parcialmente. Ella tuvo oportunidad de evaluar el manejo de las funciones de los estudiantes, al permitir que pasaran tres equipos al frente a presentar el análisis de las funciones propuestas. Sin embargo, debido a las dificultades presentadas por dos de los equipos, la profesora decidió no retomar los enunciados que habían quedado pendientes y formalizó el criterio de la primera derivada. Al respecto, en la entrevista de seguimiento, ella concluyó que se logró el objetivo de la sesión, puesto que los estudiantes concluyeron el criterio. La evidencia que ella atendió para llegar a esta conclusión fue la facilidad con la que los estudiantes lo expresaron durante el diálogo que se presentó en el SAC Formalización de regla/criterio.

Sesión 4

La cuarta sesión es la última en la secuencia donde identifiqué ciclos de evaluación formativa informal en los tres niveles de análisis. En la entrevista previa a la clase, pude identificar que de nuevo la profesora realizó un ajuste en sus metas de aprendizaje para atender las dificultades mostradas en la clase anterior. Así, un primer propósito para la sesión fue reforzar la construcción de gráficas y algunos procedimientos más básicos, por ejemplo, reforzar métodos de solución de ecuaciones que no son cuadráticas o proponer estrategias para resolver las dificultades cuando no encuentran la solución de una ecuación; un segundo propósito incluyó el llevar a los estudiantes a que encontraran los intervalos donde una función es creciente/decreciente y así aplicaran el criterio de la primera derivada; finalmente, su tercer propósito era aplicar una evaluación a los estudiantes. En la Tabla 13, a continuación, presento las prácticas de evaluación formativa informal a nivel macro y meso de la actividad conjunta en el aula de la cuarta sesión.

Tabla 13.

Prácticas EFI a nivel macro y meso de la cuarta sesión de la profesora Paula

	Acciones para clarificar y/o compartir metas de aprendizaje	Medios para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes	Acciones o ajustes para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje
Sesión 4	<p>Metas de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metas de aprendizaje orientadas a atender dificultades en sesiones anteriores <p>Criterios de éxito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientación de estudiantes hacia la tarea ("trabajan bien y comprenden") • Estudiante de más bajo desempeño tiene participaciones correctas <p>Comunicación de metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al inicio y al cierre de los ejercicios proporciona información a los estudiantes con respecto a su propósito • Brinda instrucciones claras a los estudiantes antes de comenzar con el ejercicio • Después de realizar un procedimiento secundario, ella les comunica de nuevo cuál es el objetivo del ejercicio para que no se pierdan • Ella explica al terminar las razones por las cuales elige determinadas funciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionamiento a estudiantes • Ejercicios que pongan en "conflicto" a los estudiantes: evidenciar incomprensiones 	<p>Macro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajuste en metas de aprendizaje para atender dificultades del día anterior • Extensión de tiempo en actividad • Postergar actividades <p>Meso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibración de ejercicios: Propuesta de ejercicios para reforzar la construcción de gráficas y procedimientos básicos • Proporcionar estrategias que resuelvan dificultades de estudiantes

Nota. Elaboración propia

Al igual que en las sesiones anteriores, la profesora no comunicó sus metas de aprendizaje al inicio de la sesión. Sin embargo, al inicio y al cierre de los ejercicios ella proporcionó información a los estudiantes con respecto a su propósito. Por ejemplo, en esta sesión ella brindó instrucciones claras a los estudiantes antes de comenzar con el ejercicio; después de realizar un procedimiento

secundario, ella les comunicó de nuevo cuál era el objetivo del ejercicio para que no se perdieran; y en una ocasión, ella explicó al terminar porqué propuso la función en particular que estaba utilizando en ese momento de la sesión.

Como parte del desarrollo de la actividad conjunta del aula, se presentaron cuatro tipos de segmentos de actividad conjunta diferentes: SAC Revisión de ejercicio de tarea, SAC Resolución de ejercicio de forma guiada, SAC Asignación de tarea y SAC Conversación post-clase. En el primer segmento identifiqué conversaciones de evaluación, por lo cual analicé dicho episodio a nivel micro. El SAC Resolución de ejercicio de forma guiada se presentó dos veces de forma consecutiva, de tal forma que en cada uno la profesora abordó funciones diferentes y además les proporcionó distintas estrategias para alcanzar las metas de aprendizaje propuestas para la sesión.

Al igual que en las sesiones anteriores, la estrategia principal para obtener información sobre el aprendizaje fue el planteamiento de preguntas. En la entrevista de seguimiento de esta sesión, la profesora Paula también explicó que propuso ejercicios, de tal manera que pusieran “en conflicto” a los estudiantes y así se evidenciaran sus incomprendiones. Con esto, ella buscó identificar aquellos aspectos en los que los estudiantes necesitaban ayuda.

Como parte de sus prácticas de evaluación formativa informal, identifiqué ajustes a un nivel macro y meso de la actividad conjunta en el aula. A nivel macro, al igual que en las sesiones anteriores, hizo ajustes en las metas de aprendizaje, dedicó más tiempo para los ejercicios que propuso y finalmente postergó las actividades que tenía consideradas para la sesión. A un nivel meso, ella hizo una calibración de los ejercicios que iba a proponer a los estudiantes, para que estos pudieran apoyarlos para reforzar la construcción de gráficas y el desarrollo de procedimientos básicos. De igual forma, ella hizo propuestas concretas de estrategias de análisis de las funciones. En el siguiente episodio, explico cómo llevó a cabo este último ajuste, considerando también las estrategias para obtener información sobre el aprendizaje de sus estudiantes.

Una vez que terminó la revisión de la tarea en la sesión, la profesora analizó dos funciones al frente, lo que corresponde a los dos episodios de SAC Resolución de ejercicio de forma guiada. Las funciones que propuso son las siguientes: $y = 3x^4 + 4x^3 - 12x^2 + 10$; $y = x \ln(x)$. El patrón de interacción que se presentó en este segmento y que se puede consultar en el Apéndice 8, consistió en que la profesora resolvió los ejercicios al frente en el pizarrón, los estudiantes copiaron la solución en su libreta; la profesora planteó preguntas a los estudiantes y algunos le respondieron, por lo que se presentaron en su mayor parte diálogos triádicos; en muy pocas ocasiones, los estudiantes plantearon sus dudas a la profesora y ella las respondió.

La elección de las dos funciones no fue aleatoria y obedeció a dos intenciones. La primera fue el proponer ejercicios que pusieran a los estudiantes en “conflicto”, que representaran un reto para ellos, que con “el camino tradicional no puedan resolver” y que no fueran como el típico ejercicio del libro de texto, “donde les sale todo rápido y al docente también”. En segundo lugar, ella buscó

que estos permitieran que los estudiantes pudieran identificar diferentes caminos de solución y que en las dificultades que enfrentaran, mostraran sus posibles incomprendiones. En este sentido, considero que los ejercicios que propuso se convirtieron para ella en medios para evidenciar el aprendizaje de sus estudiantes.

Durante el desarrollo de los dos episodios, la profesora reconoció que los estudiantes no podían identificar diferentes caminos para calcular los intervalos donde ambas funciones fueran crecientes o decrecientes, ni tampoco para resolver las ecuaciones que les permitieran calcular las raíces de la función. Ante esto, ella tomó la decisión de proporcionarles directamente las estrategias, las cuales consistieron en alternativas para demostrar cuando una función es creciente/decreciente: (1) observando la gráfica; (2) con la gráfica de la derivada; (3) analíticamente, resolviendo las siguientes desigualdades: $f'(x) > 0$; $f'(x) < 0$. De igual manera, ella les dio recomendaciones para resolver las desigualdades: “Si te pierdes por el camino analítico, recurre al camino gráfico” y les recordó cómo realizar la división sintética para encontrar los ceros de un polinomio de grado cuatro.

El análisis micro lo realicé en el SAC Revisión de ejercicio de tarea, donde identifiqué conversaciones de evaluación. En total codifiqué 36 ciclos ESRU, de los cuales el 61% fueron incompletos y el 39% completos –incluyen los cuatro movimientos ESRU–, lo que lo convierte en el segmento con mayor porcentaje de ciclos completos en las cuatro primeras sesiones de la secuencia didáctica. De los ciclos incompletos, el 56% fueron de tipo ESR y el resto de tipo ES, por lo que un poco más de la mitad de las estructuras son de tipo triádico (Lemke, 1997).

El 78% de los movimientos para obtener información (E) en los ciclos estuvieron enfocados a obtener el razonamiento de los estudiantes, de los cuales solamente en una ocasión obtuvo ideas matemáticas (4%) y el resto de los movimientos, que fueron de bajo soporte, se dividen en: obtener hechos o procedimientos (48%), averiguar el razonamiento de los estudiantes (17%) y obtener una clarificación por parte de los estudiantes (9%). El 22% restante de los movimientos para obtener información fueron también de bajo soporte, donde la profesora planteó preguntas sugerentes (13%), de tipo sí/no (4%) y directamente preguntó dudas a los estudiantes (4%).

Casi el 70% de los movimientos de reconocimiento (R) de los ciclos de la profesora Paula estuvieron orientados a responder al razonamiento de los estudiantes. En este sentido, casi una tercera parte de las estrategias estuvo relacionada con hacer eco a las ideas expresadas por los estudiantes, entre las que se encuentran *re-voicing* (18%), re-representar (5%) y repetir sus palabras (10%); una cuarta parte de las estrategias estuvo relacionada con mostrar interés y aceptación hacia las respuestas de los estudiantes, por ejemplo, aceptar la idea del estudiante (13%) y retomar sus observaciones y respuestas (10%).

Si bien en el SAC Revisión de ejercicio de tarea se llevó a cabo una actividad dirigida por la profesora, en el diálogo que ella promovió, ella desplegó estrategias de respuesta que tuvieron una

mayor probabilidad de brindar soporte al razonamiento de los estudiantes y también permitieron cerrar la brecha entre las dificultades que presentaron al realizar la tarea y los propósitos que ella definió para la misma.

De igual forma, pude identificar que las estrategias de respuesta tuvieron también una fuerte relación con los propósitos de la sesión. Aunque ella no lo expresó, la revisión del ejercicio de tarea tuvo la finalidad de que se resolvieran las dudas de los estudiantes y de que ella modelara al frente el proceso de solución para que ellos pudieran validar su procedimiento y sus resultados. Sin embargo, la profesora Paula no solo se centró en proporcionarles información de tipo procedimental, sino que también les proporcionó explicaciones conceptuales (21%) y estrategias de solución alternativas (14%), como lo había previsto en las metas de aprendizaje de la sesión; no solo se centró en corregir errores, sino que también promovió la corrección del error por parte de ellos (29%); finalmente, también los presionó para proporcionar justificaciones (29%) y para generalizar (7%), habilidades que son centrales en el razonamiento y aprendizaje matemáticos (Russell, como es citado en Chapin et al., 2003).

El noticing de la profesora Paula en la cuarta sesión, el cual está conformado por su atención selectiva e interpretación, se puede consultar en la Tabla 14 a continuación.

Tabla 14.

Noticing de la profesora Paula en la cuarta sesión

	Atención selectiva	Interpretación
Sesión 4	<p>Aprendizajes matemáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Errores en procedimientos básicos / Errores en general / Respuestas correctas • Expresiones verbales de los estudiantes / Explicaciones • Mejoras que puedan presentar con respecto a los errores que cometen los estudiantes • Soluciones alternativas o innovadoras que proponen los estudiantes <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estado emocional de los estudiantes en la clase 	<p>Formas de razonamiento (códigos emergentes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atribución a docentes anteriores (relación con RELACIONES CAUSALES) <p>Marcos interpretativos (de la literatura):</p> <ul style="list-style-type: none"> • TOMA DE PERSPECTIVA • ANOMALÍA • AFECTIVO (optimismo, satisfacción)

Nota. Elaboración propia

A diferencia del día anterior, en la entrevista de seguimiento la profesora se mostró optimista y expresó satisfacción –marco interpretativo afectivo– con lo ocurrido en la sesión con los

estudiantes. Ella consideró que ellos lograron mucho, a pesar de que identificó que seguían con problemas durante la construcción de gráficas, aspecto que hizo que tuviera que detenerse y postergar las actividades planeadas, en este caso la evaluación.

En cuanto al logro de las metas de aprendizaje, ella consideró que su estrategia de ser más directiva tuvo éxito, puesto que “los estudiantes están más habituados a ese tipo de enseñanza” y porque todos “estaban trabajando bien y comprendiendo”. Los criterios de éxito que explicitó para esta sesión estuvieron asociados con la orientación de los estudiantes hacia la tarea y que el estudiante de menor desempeño en el salón tuviera participaciones correctas, lo cual está fuertemente vinculado a su forma de interpretar asociada a los estereotipos. Al hablar sobre este último punto, expresó mucha alegría.

En esta entrevista, la profesora expresó una reflexión sobre su forma de atender e interpretar la comprensión de sus estudiantes. En esta reflexión pude identificar que utilizó los marcos interpretativos de toma de perspectiva y anomalía, así como una atribución a docentes anteriores. De igual forma, pude identificar que los elementos que atendió estuvieron relacionados con errores en procedimientos básicos y errores en general, el estado emocional de los estudiantes en la clase, sus expresiones verbales, la mejora que podrían presentar con respecto a los errores que cometieron, explicaciones, respuestas correctas y soluciones alternativas o innovadoras.

5.1.3 Síntesis de las prácticas de evaluación formativa informal de la profesora Paula.

A partir del análisis anterior, puedo decir que la profesora Paula mostró prácticas y estrategias asociadas a los cuatro elementos del ciclo de la evaluación formativa informal en los tres niveles de la actividad conjunta de la secuencia didáctica. Estas prácticas y estrategias las llevó a cabo de manera intencional y consciente con la finalidad de ayudar a sus estudiantes a alcanzar las diferentes metas de aprendizaje que ella propuso para cada sesión analizada.

El análisis a nivel macro y el mapa de secuencia de actividad conjunta sugieren que las prácticas de evaluación formativa informal de la profesora Paula no se presentaron de manera homogénea a lo largo de las sesiones. Los datos indican que ella implementó estas prácticas en la fase de aprendizaje superficial de la secuencia didáctica (Hattie et al., 2017), que se relaciona con el desarrollo conceptual y con la introducción y procedimientos propios del tema de análisis de funciones en un curso de cálculo diferencial.

Al inicio de la secuencia, la profesora Paula planteó una meta de aprendizaje global, que el estudiante significara a la derivada como una herramienta útil para analizar el comportamiento de las funciones a corto y largo plazo y que pudiera aplicar ese contenido a la solución de problemáticas reales. Sin embargo, conforme fueron transcurriendo las cuatro primeras sesiones, la profesora Paula ajustó y propuso metas de aprendizaje más “cortas”, las cuales estuvieron relacionadas con la meta de aprendizaje global.

Los ajustes de las metas de aprendizaje ocurrieron durante las mismas sesiones de clase o de una sesión para otra, como respuesta de la profesora Paula a las incomprensiones y dificultades presentadas por los estudiantes en la interacción del día anterior. De ahí que las metas de aprendizaje que tenía inicialmente se fueron posponiendo, por lo que le llevó más tiempo alcanzar la meta global de la secuencia didáctica. La evolución de las metas de aprendizaje de las cuatro primeras sesiones se puede consultar en el Apéndice 10.

Los criterios de éxito que expresó en las entrevistas de seguimiento, que para ella representaban también indicadores de comprensión, se caracterizaron por ser generales y poco detallados en relación con las metas de aprendizaje que definió e incluso algunos de ellos tuvieron mayor relación con elementos actitudinales. Así, estos incluyeron el que los estudiantes pudieran formular definiciones y expresar características de conceptos matemáticos, por ejemplo, enunciar o definir de manera formal el criterio de la primera derivada; la facilidad de expresión de los estudiantes al explicar o formular definiciones; el que pudieran resolver de manera satisfactoria problemas en varios contextos; el que los estudiantes estuvieran orientados hacia la tarea, “trabajen bien y comprendan”; y cuando un estudiante de muy bajo desempeño tuviera participaciones correctas.

Con respecto a la comunicación de metas de aprendizaje con los estudiantes, se presentaron dos fenómenos. Por un lado, la profesora Paula no comunicó al inicio de las sesiones las metas de aprendizaje ni estableció ningún vínculo con las sesiones anteriores, por lo que algunos estudiantes no sabían qué estaban realizando en clase. Por otro lado, en el transcurso de la sesión, ella mostró las siguientes prácticas: comunicó generalmente las instrucciones de cada actividad al inicio; expresó la relación que guardaban los resultados parciales de cada ejercicio con el propósito de la actividad; proporcionó explicaciones de resumen al finalizar; y en ocasiones llegó a explicar las razones por las cuales eligió una determinada función para la actividad de la clase. Esto permitió que los estudiantes valoraran sus procedimientos y resultados en relación con lo que se esperaba de ellos en las actividades.

Las principales estrategias que utilizó la profesora Paula para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes durante las cuatro primeras sesiones de clase fueron las siguientes: cuestionamiento a los estudiantes, es decir, plantearles preguntas; pasar a los estudiantes al pizarrón para que presentaran el desarrollo de sus procedimientos y soluciones; y las mismas tareas matemáticas que ella propuso para cada sesión. Con respecto a este último elemento, estas son de naturaleza abierta y exploratoria, donde los estudiantes tuvieron la libertad de expresar sus observaciones o de proponer sus propias funciones para analizar, lo que le permitió saber “qué traen en la cabeza”; de igual forma, con la elección de determinadas funciones para trabajar con los estudiantes, ella buscó ponerlos en “conflicto” para hacer visibles sus posibles incomprensiones.

Los ajustes o acciones que llevó a cabo como parte de los ciclos de evaluación formativa informal, los clasifiqué de acuerdo con el nivel de actividad conjunta en el aula en el que ocurrieron. Como parte de los ajustes a nivel macro, la profesora realizó modificaciones a las metas de aprendizaje de cada una de las sesiones observadas; extendió el tiempo destinado a determinadas actividades, lo cual obedeció a su compromiso de ir al ritmo de los estudiantes, y, por lo tanto, postergó actividades y metas de aprendizaje; cambió el enfoque inicial que tenía para las actividades durante el desarrollo de la actividad conjunta en el aula; canceló y propuso nuevas actividades.

Las acciones a nivel meso estuvieron relacionadas con: retroalimentación a los estudiantes en el diálogo que ocurrió durante la interacción en el aula; el incremento del tipo de problemas o ejercicios que abordaron los temas con mayor dificultad para los estudiantes con la finalidad de reforzarlos; apoyo entre pares, donde los estudiantes con mejor desempeño ayudaron a los que presentaban más dificultades; la propuesta de apoyos externos, donde solicitó a los estudiantes que consultaran el libro de texto o asignación de tareas especiales como medios para resolver sus incomprendimientos de forma independiente; y, finalmente, una práctica guiada, donde proporcionó estrategias a los estudiantes para superar sus dificultades.

En las cuatro sesiones analizadas, la profesora llevó a cabo ciclos de evaluación formativa informal a nivel micro del discurso, lo que he considerado en esta investigación como conversaciones de evaluación (Ruiz-Primo, 2011). Gracias al mapa de secuencia de actividad conjunta, pude identificar también que estas conversaciones no se presentan de forma homogénea en una sesión de clase, sino que se ocurren por lo general en segmentos que tienen una finalidad de retroalimentación para los estudiantes. De manera particular, en estos segmentos ella propuso tareas matemáticas de naturaleza abierta y exploratoria, lo que permitió que se presentara un patrón de interacción donde los estudiantes tuvieron mayor oportunidad de expresarse y de comunicar sus ideas, donde el discurso y los turnos estuvieron más balanceados entre la profesora y los estudiantes.

A partir del análisis a nivel micro, pude identificar que en las conversaciones de evaluación de la profesora Paula predominaron ciclos incompletos de tipo ESR, lo que significa que las secuencias de diálogo triádico (Lemke, 1997) fueron las más frecuentes. Los ciclos completos, que son los que incluyen un movimiento de respuesta que apoya y da soporte al razonamiento de los estudiantes, representaron en promedio una cuarta parte de todos los ciclos que analicé en los tres segmentos de actividad conjunta con presencia de conversaciones de evaluación.

Prácticamente todas las estrategias y movimientos asociados a la obtención de información (E) y al reconocimiento de la misma por parte de la profesora (R) en los ciclos de EFI a nivel micro son de bajo soporte para razonamiento de los estudiantes, de acuerdo con lo propuesto en el marco TMSSR (Ellis et al., 2019). Durante el análisis surgieron otros códigos que apuntaron hacia

prácticas poco recomendadas en la literatura para generar discursos ricos, que promuevan el aprendizaje de los estudiantes, por ejemplo, el plantear preguntas sugerentes o plantear preguntas con respuesta de tipo sí o no.

La profesora Paula tuvo un conjunto de movimientos discursivos asociados al ciclo de evaluación formativa informal, que fueron recurrentes y estables, independientemente del segmento donde ocurrieron. Sin embargo, sí tuvieron una variación en cuanto a su frecuencia de aparición en cada uno, lo que guardó una relación con el propósito que ella persiguió en el segmento. De esta manera, pude identificar que en el SAC Análisis de respuestas de cada equipo, una consecuencia del marco interpretativo de toma de perspectiva fue el despliegue de estrategias de obtención de información sobre el razonamiento de los estudiantes, entre las que predominaron el obtener hechos o procedimientos, averiguar el razonamiento de los estudiantes o revisar la comprensión del estudiante. En el SAC Retroalimentación de solución de problema en la segunda sesión, las estrategias para el movimiento de reconocimiento (R) que facilitaron el razonamiento del estudiante, estuvieron más orientadas a proporcionar información. En el SAC Revisión de ejercicio de tarea, la profesora implementó una mayor cantidad de estrategias de respuesta (U) para apoyar a los estudiantes en comparación con los otros dos segmentos de actividad conjunta.

En cuanto a los movimientos de respuesta (U), que son los más relevantes en la evaluación formativa informal a nivel micro del discurso, identifiqué que la profesora Paula utilizó en su mayor parte movimientos que extendieron el razonamiento de los estudiantes, siendo el presionar para justificaciones matemáticas el más frecuente, seguido por el promover reflexión sobre las respuestas y el presionar para una generalización. En segundo lugar, encontré movimientos que facilitaron el razonamiento de los estudiantes, los cuales tuvieron que ver en su totalidad con proporcionar información a los estudiantes, entre los que se encuentran la explicación conceptual y el proporcionar estrategias de solución alternativas. En tercer lugar, se encuentra el único movimiento que ella implementó de la categoría de respuesta al razonamiento de los estudiantes, el cual tuvo que ver con promover la corrección del error por parte del estudiante. En último lugar se encuentran aquellos movimientos que obtienen información sobre el razonamiento de los estudiantes –obtener información sobre su comprensión y sobre sus ideas.

El noticing de la profesora Paula, está conformado por su atención selectiva y sus interpretaciones. Clasifiqué la atención selectiva de la profesora en dos grandes grupos. En el primero, ella atendió elementos relacionados directamente con el aprendizaje en matemáticas de sus estudiantes, los cuales incluyen: que los estudiantes pudieran formular definiciones y expresar características de conceptos matemáticos; “huecos conceptuales”, que representaron para ella ausencias en conocimientos previos de los estudiantes y en sus bases matemáticas; soluciones alternativas o innovadoras que proporcionaron durante la resolución de un problema; comunicación de ideas por parte de los estudiantes, donde ella prestó particular atención a sus expresiones

verbales, al lenguaje matemático que utilizaron, al grado de asertividad y enfoque de sus intervenciones, lo que finalmente se tradujo en la certeza de las mismas; los errores que cometieron, bien sea en procedimientos básicos o en general; respuestas correctas y cómo los estudiantes podían superar sus errores. Los otros elementos que ella atendió y que también influyeron en su toma de decisiones durante los ciclos EFI, incluyeron: el estado emocional en el que se encontraban los estudiantes, su nivel de participación en la actividad de la clase y su orientación hacia la tarea. Este último elemento se refiere al nivel de involucramiento de los estudiantes en la actividad propuesta por la profesora en clase.

Las interpretaciones que realizó la profesora Paula se pueden explicar en gran parte con los marcos interpretativos propuestos por Sherin y Russ (2014). Sin embargo, también identifiqué formas de razonamiento mucho más específicas dentro de estos marcos, los cuales en su conjunto ocurrieron de forma interrelacionada. En primera instancia, al escuchar a los estudiantes y detectar que cometían un error o que tenían un “hueco conceptual”, la profesora Paula se detuvo, trató de ponerse en su lugar, comprender su perspectiva y buscar las razones de las respuestas y explicar de dónde surgían los razonamientos de los estudiantes. Esta forma de interpretar está relacionada con el marco interpretativo de toma de perspectiva, en el cual el docente se imagina a sí mismo en la posición de alguien (Sherin y Russ, 2014), que en este caso sería el estudiante.

Una vez que la profesora comenzó a razonar de esta manera, hizo un seguimiento a los procedimientos y respuestas de los estudiantes mediante estrategias discursivas a nivel micro y trató de detectar el tipo de problema que presentaba el estudiante. Las explicaciones que ella proporcionó sobre los errores o dificultades de los estudiantes las derivó generalmente de (a) comparaciones con la teoría matemática o con sus propios razonamientos, por lo que se hizo presente el marco interpretativo de comparación (Sherin y Russ, 2014); o de (b) factores asociados a cursos anteriores y sus docentes, a elementos de su propio curso o a factores asociados al estudiante, por lo que identifiqué una forma de razonamiento que denominé como atribución, la cual está relacionada con el marco interpretativo de relaciones causales (Sherin y Russ, 2014), en el cual los profesores relacionan eventos por causa y efecto.

La atención e interpretación más frecuente que utilizó la profesora Paula consistió en la interrelación de los marcos interpretativos de anomalía, afectivo y una forma de razonamiento que denominé estereotipos. De esta manera, la profesora identificó algo inesperado o sorprendente en las contribuciones de los estudiantes, porque ocurrió de forma diferente a las expectativas que ella tenía sobre ellos, las cuales obedecían a la forma como los tenía clasificados: por un lado, estudiantes de bajo desempeño y/o repetidores, y por otro, estudiantes de buen desempeño y/o becados. Dependiendo de cómo se rompieran sus expectativas, ella experimentó emociones. Si un estudiante de buen desempeño mostraba errores importantes en procedimientos básicos, por ejemplo, entonces la profesora experimentaba desesperación y en algunas ocasiones, sorpresa y

enojo. Si un estudiante de bajo desempeño o repetidor tenía una contribución correcta, diferente o innovadora, la profesora experimentaba sorpresa y gusto.

Otras formas de razonamiento que ella también utilizó incluyen el marco interpretativo de ausencia –nombre que asigné al marco “lo que no está ahí” (Sherin y Russ, 2014)–, el cual consistió, como su nombre lo indica, en que la profesora identificó elementos que no aparecían en los razonamientos de los estudiantes; requerimientos futuros, que se refiere a la comparación que hizo la profesora de la información que atendió en el aula y lo que los estudiantes necesitarían posteriormente, bien sea en su trayecto formativo en la universidad o en su vida como profesionistas.

5.2 Caso del profesor Braulio: “Buscar las estrategias y bajarse al nivel del alumno”

5.2.1 Contexto del caso.

El profesor Braulio considera que el aprendizaje de las matemáticas depende del esfuerzo y la repetición razonada, lo que implica perfeccionar procesos similares a lo largo del tiempo. Para él, el aprendizaje matemático comienza con la memorización de tablas y avanza hasta la abstracción, aplicada en diversas ramas de la matemática: "lo mismo que haces en álgebra, lo haces en trigonometría, en cálculo". El profesor Braulio concibe las matemáticas como una disciplina formal, donde las reglas y procedimientos ya establecidos deben aprenderse, aunque reconoce la utilidad de métodos informales para exámenes, pero no los considera válidos para la resolución de problemas a largo plazo.

Sobre la enseñanza efectiva, el profesor valora la implicación emocional del profesor, el fomento de valores como la solidaridad y la flexibilidad en la evaluación, la enseñanza y el trato con los estudiantes. Ser flexible en evaluación significa ajustar las calificaciones según el esfuerzo del estudiante, mientras que en la enseñanza implica utilizar estrategias que faciliten la comprensión de las matemáticas y "bajarse al nivel del alumno". Además, considera importante mantener una relación de respeto y comprensión con los estudiantes.

El profesor Braulio trabaja en una escuela con una cultura fuerte de planeación, donde los profesores organizan sus actividades en función de un plan anual. Su planificación incluye los aprendizajes esperados, el tema, el propósito y actividades específicas, como diagnósticos y evidencias finales para cada tema. Para sus clases, utiliza herramientas tecnológicas como tabletas, plataformas digitales y software como GeoGebra, además de emplear *Kahoot*³ para hacer más

³ Kahoot es una plataforma de aprendizaje gratuita que permite al profesor proponer juegos a manera de concurso, en donde los estudiantes responden preguntas de opción múltiple, discusiones, debates o encuestas a través de sus dispositivos móviles. El profesor genera un tablero que proyecta a todo el salón, para el cual construye un ambiente

divertidas las matemáticas.

El profesor Braulio concibe la evaluación como una herramienta cualitativa para entender lo que los estudiantes han aprendido. A través del monitoreo, preguntas y ejercicios, detecta sus niveles de comprensión y ajusta su enseñanza. Su enfoque incluye tres tipos de evaluación: diagnóstica, formativa y sumativa. La evaluación diagnóstica le permite identificar conocimientos previos; la formativa le ayuda a monitorear el progreso y ajustar la instrucción en tiempo real; y la sumativa verifica el dominio final mediante ejercicios.

Para el profesor, la evaluación formativa es intrínseca al proceso de enseñanza. No solo se enfoca en los resultados finales, sino que presta especial atención a los pasos intermedios que los estudiantes siguen, ofreciendo retroalimentación constante. Utiliza tres momentos clave en su evaluación: (a) ¿Dónde estamos?, para evaluar el punto de partida; (b) ¿Hacia dónde vamos?, que marca las metas de aprendizaje; y (c) ¿Qué más podemos hacer?, donde ajusta su enseñanza para ayudar a los estudiantes a alcanzar esas metas.

Sus estrategias formativas incluyen dictar los aprendizajes esperados al inicio de cada tema, revisarlos al final para asegurar su cumplimiento, y conectar las clases entre sí para crear coherencia. Además, fomenta la participación diaria de todos los estudiantes, lo que le permite orientarlos y corregirlos de manera continua, reforzando tanto su comprensión matemática como su confianza en el proceso.

5.2.2 Análisis de sesiones con presencia de evaluación formativa informal.

La estructura de actividad conjunta en la secuencia didáctica observada.

La secuencia didáctica del profesor Braulio abordó el aprendizaje esperado relacionado con el análisis de representaciones proporcionales y no proporcionales, en un grupo de tercero de secundaria con veintidós estudiantes. Originalmente planeada para cuatro sesiones, Braulio añadió una sesión adicional para hacer ajustes durante su implementación. A pesar de los cambios en el tiempo, las metas de aprendizaje permanecieron constantes, como se muestra en la Tabla 15.

con imágenes y música, y en el cual también puede desplegar los resultados de los estudiantes e identificar a los ganadores.

Tabla 15.*Temas y propósitos para la secuencia didáctica del profesor Braulio*

Aprendizaje esperado	Tema	Propósito
Análisis de representaciones que corresponden a una misma situación. Identificación de las que corresponden a una relación de proporcionalidad	Representación de la gráfica de relaciones proporcionales	Distinguir la relación proporcional a partir de una tabla
		Distinguir la relación proporcional a partir de una gráfica
		Determinar la ecuación de la recta de una relación lineal a partir de su gráfica
	Representación de la gráfica de relaciones proporcionales y no proporcionales	Aplicar el valor pendiente en ejercicios contextuales de tiempo y distancia

Nota. Elaboración propia

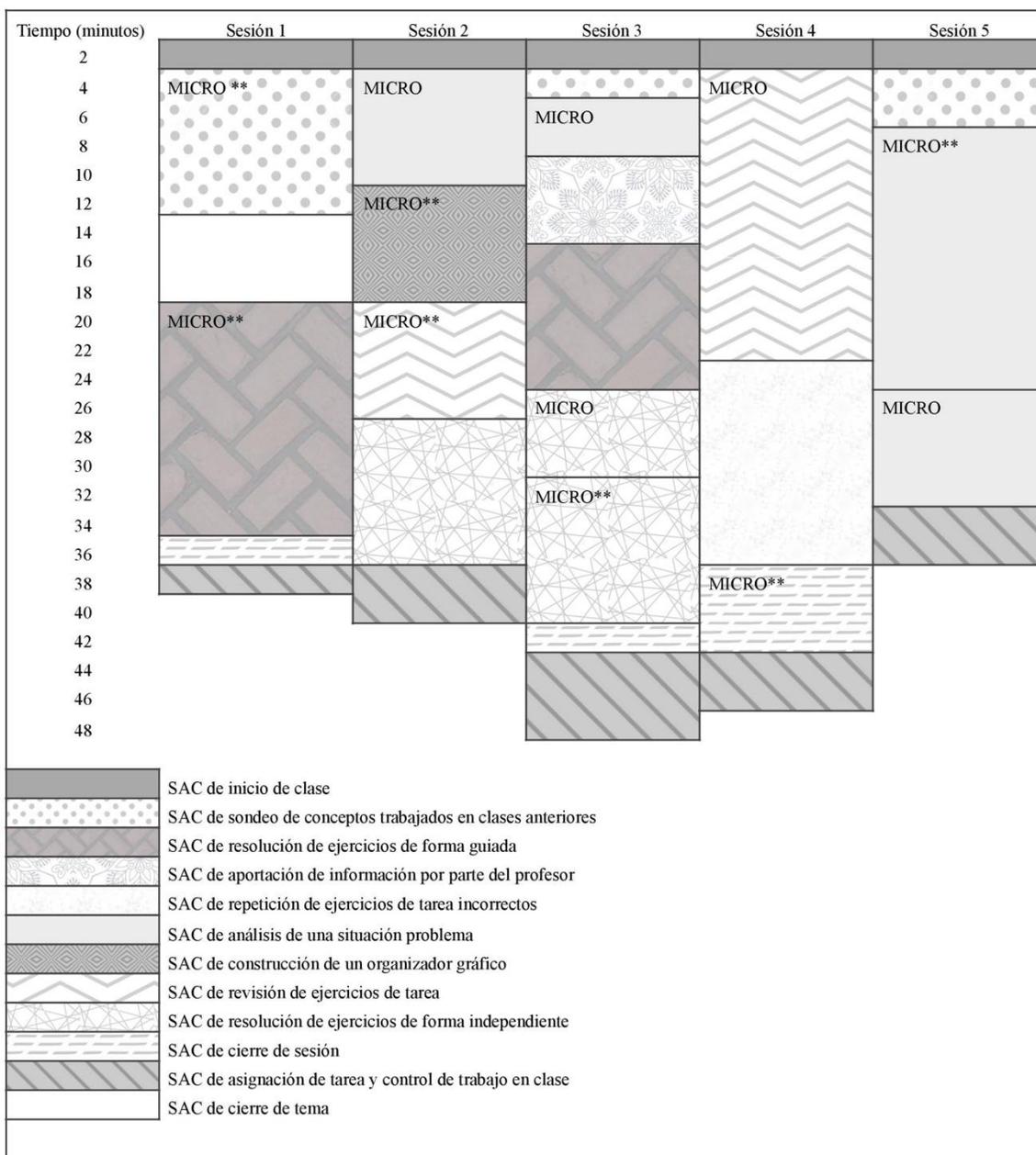
Durante la secuencia, el profesor Braulio implementó doce tipos principales de segmentos de actividad conjunta (SAC), cuya distribución se presenta en el mapa de la Figura 11. El Apéndice 11 detalla los patrones dominantes, su frecuencia y duración. La mayor parte del tiempo de clase (57.99%) se dedicó a la resolución de problemas, principalmente guiada por el profesor, mientras que solo el 10.38% del tiempo los estudiantes trabajaron de forma independiente. Un 12.11% del tiempo se destinó a actividades de diagnóstico y un 10.38% a tareas administrativas de clase.

El análisis macro y el mapa de actividad conjunta revelan que las prácticas de evaluación formativa informal del profesor Braulio se repitieron en un patrón cada dos sesiones. En la primera sesión, recolectaba información sobre conocimientos previos y ajustaba su instrucción en tiempo real. En la sesión siguiente, realizaba más ajustes mediante actividades conjuntas no planeadas. Este patrón se observó en dos ocasiones.

En total, doce segmentos de actividad conjunta incluyeron ciclos de evaluación formativa informal, marcados con la leyenda "Micro" en la Figura 9. Siete de estos episodios fueron seleccionados para codificación, identificados como "Micro**".

Figura 9.

Mapa de secuencia de actividad conjunta del profesor Braulio



Nota. Mapa de secuencia de actividad conjunta de las cinco sesiones de la SD del profesor Braulio. Elaboración propia.

Sesión 1

En la primera sesión de la secuencia didáctica, el profesor Braulio trabajó con el aprendizaje esperado relacionado con la identificación de relaciones proporcionales, como se detalla en la Tabla 15. Utilizó las metas de aprendizaje durante el SAC Cierre de tema, donde los estudiantes evaluaron qué tanto habían logrado los objetivos. Un estudiante leyó el aprendizaje esperado y otro evaluó su logro, lo que permitió al profesor Braulio hacer un balance de los avances y establecer el aprendizaje esperado para la nueva secuencia.

Para obtener información sobre el nivel de logro de los estudiantes, el profesor planteó preguntas a cada uno de ellos y registró el número de participaciones en su iPad, asegurándose de que todos tuvieran la oportunidad de intervenir. Ajustó las preguntas en función de la demanda cognitiva: seleccionaba a estudiantes con mejor desempeño para preguntas más complejas y a aquellos con dificultades para preguntas más sencillas, aceptando cualquier tipo de respuesta para asegurarse de que participaran.

Durante la sesión, los estudiantes enfrentaron dificultades para recordar las características de las relaciones proporcionales. A partir de estas dificultades, identifiqué ajustes realizados por este profesor tanto a nivel macro como meso, los cuales se pueden consultar en la Tabla 16. A nivel macro, el profesor decidió "volver a empezar", lo que implicó detener el avance planeado y enfocarse en conceptos más básicos como el nombre de las variables y sus relaciones. A nivel meso, identifiqué cinco ajustes específicos: modificó los problemas propuestos, hizo referencia a problemas que los estudiantes habían trabajado en clases previas, sugirió apoyos externos, dio seguimiento individual a ciertos estudiantes y adaptó los contextos de los problemas para facilitar la comprensión.

Tabla 16.

Prácticas EFI a nivel macro y meso de la primera sesión de Braulio

	Acciones para clarificar y/o compartir metas de aprendizaje	Medios para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes	Acciones o ajustes para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje
Sesión 1	<ul style="list-style-type: none"> • Propósito establecido en la planeación <p>Criterios de éxito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En planeación establece: orden y disciplina, participación en clase, elaboración de sus ejercicios <p>Comunicación de metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solicita lectura de aprendizaje esperado en el cierre del tema por parte de un estudiante • Solicita al estudiante que indique si aprendizaje esperado se cumplió • Explica logros alcanzados con respecto al aprendizaje esperado • Dicta aprendizaje esperado a estudiantes al inicio del tema (elaboración de portada en libreta) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionamiento a estudiantes (planteamiento de preguntas a cada estudiante, registro en iPad) • Cuestionamiento a estudiantes con base en tareas matemáticas 	<p>Macro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volver a empezar: repaso de conocimientos “básicos”: ayudar a los estudiantes a recordar • Ir al ritmo de los estudiantes <p>Meso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de enfoque a problemas propuestos en el aula • Referencia a problemas similares • Propuesta de apoyos externos: tarea especial; revisar de tarea apuntes del año pasado • Seguimiento a estudiantes en específico (menor desempeño: flojos, distraídos)

Nota. Elaboración propia

Con respecto a su atención selectiva, el profesor Braulio se enfocó en diferentes aspectos: las respuestas correctas de los estudiantes, su capacidad para recordar conceptos matemáticos previamente trabajados, su participación activa durante las actividades, y su comportamiento en clase, particularmente cuando mostraban distracción o agotamiento. También estuvo atento al estado emocional de los estudiantes, reconociendo cuando estaban frustrados o impacientes, lo cual influyó en cómo ajustaba su ritmo de enseñanza.

En cuanto a los marcos interpretativos y formas de razonamiento, el profesor Braulio utilizó estereotipos al asignar expectativas diferentes a estudiantes con mejor o peor desempeño, exigiendo más a los que consideraba más capaces y aceptando respuestas más simples de aquellos con dificultades. También empleó la atribución al justificar las dificultades de los estudiantes con causas externas como el cansancio o la falta de preparación. Utilizó el razonamiento de opuestos para valorar el trabajo de los estudiantes en términos de "logrado" o "no logrado". En cuanto a los

marcos interpretativos, usó el afectivo para expresar su frustración ante el comportamiento de una estudiante impaciente. El marco de relaciones causales lo llevó a atribuir las dificultades a factores externos, y el marco de ausencia a centrarse en lo que los estudiantes no sabían o recordaban. Sin embargo, al revisar el video de la clase, pude darme cuenta de que algunos estudiantes mostraban mayor comprensión de la proporcionalidad de lo que el profesor había percibido en el momento. Finalmente, el marco de anomalía apareció cuando se sorprendió por la capacidad metacognitiva de un estudiante en el SAC Cierre de tema. Los elementos de atención selectiva, marcos interpretativos y formas de razonamiento del profesor Braulio en la primera sesión se pueden consultar en la Tabla 17.

Tabla 17.

Noticing del profesor Braulio en la primera sesión

	Atención selectiva	Interpretación
Sesión 1	<p>Aprendizajes matemáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recuerdo de información: características de conceptos y proporcionar ejemplos • Respuestas correctas e incorrectas • Elementos reconocidos por los estudiantes durante la tarea matemática: valor inicial, tipo de proporcionalidad en dos de tres situaciones <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actitud y expresiones de estudiantes • Orden y limpieza • Estado emocional de estudiantes • Contexto y realidad de estudiantes 	<p>Formas de razonamiento (códigos emergentes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opuestos (relación con COMPARACIÓN) • Atribución a estudiantes (relación con RELACIONES CAUSALES) • Estereotipos (mayor exigencia a estudiantes destacados; menor exigencia a estudiantes que no muestran interés; dilema de exigencia y ayuda; división de estudiantes en grupos por habilidad; clasificación de estudiantes por flojera y habilidad; “no me entregaste, reprobaste, no te voy a andar buscando”) <p>Marcos interpretativos (de la literatura):</p> <ul style="list-style-type: none"> • ANOMALÍA (que un estudiante distraído haya realizado la autoevaluación en el cierre) • ALTERNATIVAS (justificación ante la falta de logro de metas de aprendizaje en la sesión) • AUSENCIA • AFECTIVO

Nota. Elaboración propia

El análisis a nivel micro de la sesión reveló que la mayoría de los ciclos de evaluación en los SAC Sondeo de conceptos y SAC Resolución de ejercicios de forma guiada fueron incompletos. En el SAC Sondeo, se presentaron 22 ciclos ESRU, todos incompletos. En el SAC Resolución de ejercicios, el 84% de los ciclos también fueron incompletos. El profesor Braulio se centró principalmente en obtener hechos o procedimientos, mientras que las oportunidades para extender el razonamiento de los estudiantes fueron limitadas. De los ocho ciclos completos, la mayoría implicaron presionar a los estudiantes para justificar matemáticamente sus respuestas o para

conectar con sus conocimientos previos.

Sesión 2

En la segunda sesión de la secuencia didáctica, el profesor Braulio ajustó el propósito original de la planeación. En lugar de enfocarse en distinguir la relación proporcional a partir de una gráfica, continuó con el propósito de la sesión anterior, que era distinguir la relación proporcional a partir de una tabla. Comunicó este propósito de manera verbal al inicio de la clase, conectándolo brevemente con los conceptos revisados el día anterior, y lo presentó por escrito en los materiales proyectados en el pizarrón. Además, antes de cada actividad, explicó su propósito verbalmente y lo reforzó visualmente, manteniendo claridad en las metas de aprendizaje.

Para obtener evidencia sobre el aprendizaje de los estudiantes, el profesor Braulio planteó preguntas a lo largo de las actividades. Estas preguntas requerían identificar elementos clave en las relaciones proporcionales. Además, utilizó la construcción de un organizador gráfico como una herramienta para evaluar el nivel de comprensión de los estudiantes sobre las relaciones proporcionales y lineales. Este organizador gráfico fue elaborado en conjunto con los estudiantes, lo que permitió a Braulio observar su nivel de comprensión mientras interactuaban con el esquema.

Debido a las dificultades observadas en la primera sesión y el cambio de propósito, el profesor Braulio no llevó a cabo las actividades originalmente programadas, como lo tenía establecido en su planeación. En lugar de ello, hizo varios ajustes a nivel macro y meso. A nivel macro, propuso nuevas actividades, como el análisis de una situación problema y la construcción del organizador gráfico, las cuales no estaban contempladas en la planeación original. Además, ajustó el enfoque de algunas actividades que ya estaban planificadas, como en la revisión de ejercicios de tarea. Inicialmente, la tarea iba a revisarse en plenaria, pero decidió implementarla como coevaluación, permitiendo que los estudiantes corrigieran los ejercicios de sus compañeros. Este cambio redujo la demanda cognitiva, ya que la actividad se limitó a verificar respuestas correctas sin entrar en un análisis más profundo de las mismas. Otro ajuste importante fue utilizar el software *Kahoot*, que originalmente se había programado para retroalimentar nociones conceptuales al inicio, como actividad de cierre. En la Tabla 18 a continuación se puede consultar un resumen de las prácticas de evaluación formativa informal a nivel macro y meso de la segunda sesión del profesor Braulio.

Tabla 18.*Prácticas EFI a nivel macro y meso de la segunda sesión de Braulio*

	Acciones para clarificar y/o compartir metas de aprendizaje	Medios para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes	Acciones o ajustes para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje
Sesión 2	<p>Metas de aprendizaje Continúa con propósito de clase anterior</p> <p>Criterios de éxito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expresiones faciales de los estudiantes (cara de satisfacción) • Respuestas correctas • Expresiones de los estudiantes (“estaba fácil”) • En planeación establece: orden y disciplina, participación en clase, elaboración de sus ejercicios <p>Comunicación de metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al inicio de la sesión, el profesor comparte el propósito y lo conecta con las actividades realizadas el día anterior. • Comunica el propósito antes de cada actividad y por diferentes medios (oral, en el PPT y al inicio del Kahoot) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionamiento a estudiantes con base en ejercicios matemáticos (ayuda para resolverlos) • Cuestionamiento a estudiantes para construcción de esquema (evaluación) • Cuestionamiento a estudiantes durante Kahoot (evaluación + retroalimentación) • Esquema jerárquico sobre relaciones proporcionales 	<p>Macro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retrasa propósito de la sesión y retoma el propósito de la sesión anterior • Propuesta de nuevas actividades para atender dificultades del día anterior • Cambio de enfoque a actividades: revisión de tarea; Kahoot <p>Meso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esquema jerárquico • Coevaluación para corregir tarea • Retroalimentación de respuestas correctas/incorrectas • Modelación de ejercicio al frente

Nota. Elaboración propia

Durante esta sesión, el profesor Braulio prestó atención a varios elementos clave. Al igual que en la primera sesión, observó las respuestas correctas e incorrectas de los estudiantes, sus expresiones faciales de satisfacción o frustración, así como el estado emocional y la organización del trabajo en sus libretas. Este enfoque en aspectos tanto emocionales como de desempeño le ayudó a ajustar su instrucción en tiempo real, tomando en cuenta cómo se sentían y cómo respondían al trabajo propuesto.

En cuanto a la interpretación de lo que ocurría en clase, el profesor Braulio utilizó el marco interpretativo de anomalía cuando un estudiante, a quien consideraba distraído y con dificultades, fue capaz de identificar correctamente las relaciones proporcionales, algo que le sorprendió. Este

marco estuvo ligado a sus estereotipos previos sobre el desempeño del alumno. También recurrió a una forma de razonamiento estadístico, considerando que, si la mayoría de los estudiantes respondía correctamente, era posible avanzar con el tema de la ecuación de la recta. Al igual que en la sesión anterior, usó el razonamiento de opuestos para evaluar el trabajo de los estudiantes en términos de correcto o incorrecto.

A partir de lo observado en esta sesión, hago tres inferencias sobre las prácticas de evaluación formativa del profesor Braulio. La primera es que el SAC Revisión de ejercicios de tarea, que originalmente tenía como propósito retroalimentar en plenaria, terminó funcionando principalmente como una verificación de respuestas correctas o incorrectas, lo que disminuyó la demanda cognitiva de la actividad. Este cambio promovió un aprendizaje superficial (Hattie et al., 2017), al enfocarse únicamente en la corrección de resultados sin generar un análisis profundo de las diferentes representaciones de las funciones, lo que pudo haber limitado la conexión conceptual necesaria para un aprendizaje profundo. En segundo lugar, la coevaluación utilizada por el profesor fue principalmente un medio para calificar las tareas, y al no incluir una discusión en plenaria, esta estrategia difícilmente contribuyó a una mayor comprensión o un aprendizaje más profundo por parte de los estudiantes. Finalmente, el ajuste realizado y la justificación ofrecida por el profesor reflejan sus bajas expectativas hacia los estudiantes con mayores dificultades. Al optar por proporcionar respuestas correctas en lugar de discutir las, el profesor mostró dificultades para proponer estrategias que apoyaran a estos estudiantes sin sacrificar tiempo de clase, lo cual también favoreció un enfoque hacia el aprendizaje superficial.

En la Tabla 19 a continuación, se pueden consultar los elementos del noticing del profesor Braulio en la segunda sesión de la secuencia didáctica.

Tabla 19.

Noticing del profesor Braulio en la segunda sesión

	Atención selectiva	Interpretación
Sesión 2	<p>Aprendizajes matemáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respuestas correctas/incorrectas <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estado emocional de estudiantes • Expresiones faciales de estudiantes • Orden y limpieza de libretas 	<p>Formas de razonamiento (códigos emergentes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opuestos (relación con COMPARACIÓN) • Estereotipos + ANOMALÍA (logro de estudiante distraído, jugueteón, desordenado, con lagunas, entiende contenido, pero no sabe esquematizar) • Estadístico <p>Marcos interpretativos (de la literatura): ANOMALÍA</p>

Nota. Elaboración propia

En el análisis a nivel micro de la segunda sesión, observé ciclos principalmente en los SAC de

Construcción de organizador gráfico y SAC de Revisión de ejercicios de tarea. En ambos segmentos, predominó la presencia de ciclos de evaluación formativa informal incompletos, con un 90% en el primero y un 75% en el segundo. La mayoría de las interacciones del profesor Braulio se enfocaron en obtener respuestas inmediatas sobre hechos o procedimientos, con preguntas de tipo sí/no o sugerentes, lo que redujo las oportunidades para que los estudiantes profundizaran en su razonamiento. Solo en contadas ocasiones se promovió la clarificación de respuestas o la evaluación entre pares. Además, los movimientos de reconocimiento se centraron en validar respuestas correctas, corregir errores y reformular las aportaciones de los estudiantes, sin que esto diera lugar a un desarrollo más amplio del razonamiento. Los tres ciclos completos que se identificaron incluyeron movimientos como presionar a los estudiantes para que justificaran sus respuestas, solicitar la relación entre evidencia y explicación, y conectar los aprendizajes actuales con conocimientos previos. Sin embargo, estos ciclos fueron la excepción en una sesión donde las interacciones discursivas se caracterizaron por un enfoque centrado en procedimientos y respuestas inmediatas.

Sesión 3

En la tercera sesión de la secuencia didáctica del profesor, que se reanudó después de dos semanas debido al sismo del 19 de septiembre de 2017, el profesor comunicó el propósito de la sesión al inicio, conectando con los temas que habían trabajado antes de la suspensión de clases, sobre las relaciones proporcionales. Durante la sesión, fue la única ocasión donde mencionó las metas de aprendizaje. En la entrevista de seguimiento, el profesor destacó que uno de los principales indicadores del logro de las metas era que los estudiantes completaran los ejercicios, tal como había definido en su planeación: orden, disciplina, participación en clase y elaboración de ejercicios.

Para obtener evidencia sobre el aprendizaje de los estudiantes, el profesor planteó preguntas a lo largo de los diferentes segmentos de actividad conjunta. A diferencia de las sesiones anteriores, pasó a un estudiante al pizarrón para resolver un ejercicio y también monitoreó activamente a los estudiantes mientras trabajaban de manera independiente, revisando sus procedimientos y resultados.

A nivel macro, el profesor Braulio decidió no modificar el propósito de la sesión, que era "determinar la ecuación de la recta de una relación lineal a partir de su gráfica", pero sí ajustó las actividades para que los estudiantes utilizaran iPads en lugar de hacer las gráficas a mano. Este ajuste, según el profesor, les permitió concentrarse en determinar las ecuaciones sin distraerse en la construcción manual de las gráficas. A nivel meso, corrigió errores, validó respuestas correctas y modeló la resolución de ejercicios en el pizarrón para guiar a los estudiantes hacia el logro del propósito. En la Tabla 20, a continuación, presento los elementos de las prácticas de evaluación

formativa informal a nivel macro y meso de la tercera sesión de la secuencia didáctica.

Tabla 20.

Prácticas EFI a nivel macro y meso de la tercera sesión del profesor Braulio

	Acciones para clarificar y/o compartir metas de aprendizaje	Medios para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes	Acciones o ajustes para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje
Sesión 3	<p>Metas de aprendizaje Se apega al propósito establecido en la planeación.</p> <p>Criterios de éxito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que los estudiantes concluyan el ejercicio. • Establecidos en la planeación: orden y disciplina, participación en clase, elaboración de ejercicios. <p>Comunicación de metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conecta con el tema de la sesión previa (relaciones proporcionales) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionamiento a estudiantes • Un estudiante pasa al pizarrón a resolver un ejercicio • El profesor pasa a los lugares de los estudiantes para revisar procedimientos y resultados en sus libretas. 	<p>Macro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modificación de actividades: Uso de software para graficar <p>Meso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retroalimentación (durante la revisión de libretas). • Corrección de errores de estudiantes. • Modelación de ejercicio al frente

Nota. Elaboración propia

El profesor Braulio se dio cuenta de varias dificultades durante la sesión. Al principio, observó que algunos estudiantes cometían errores al invertir las coordenadas o al ubicar los puntos en el plano cartesiano. En respuesta, brindó una aclaración durante el SAC Aportación de información por parte del profesor, explicando cómo ubicar los puntos correctamente. Más adelante, al monitorear a los estudiantes, se dio cuenta de que la mayoría no presentaba esta dificultad y decidió corregir solo a aquellos que aún tenían problemas con la ubicación de los puntos, lo que reflejó su forma de razonamiento estadístico. Durante la entrevista de seguimiento, también mencionó que presta especial atención a que los estudiantes muestren todos los procedimientos y concluyan los ejercicios, elementos clave en su atención selectiva (ver Tabla 21 para el noticing del profesor Braulio en la tercera sesión).

El tipo de prácticas de evaluación formativa informal a nivel macro y meso se reflejaron de cierta forma en el discurso a un nivel micro. Por ejemplo, en el SAC Resolución de ejercicios de forma guiada, prácticamente todos los ciclos ESRU que se dieron en el discurso, fueron de tipo incompleto. Esto se pudo haber presentado, porque el profesor Braulio estuvo orientado a evaluar y corregir las respuestas de los estudiantes durante los ejercicios, como una forma de asegurar y

acelerar el logro del propósito.

En cuanto a la interpretación de los eventos en el aula, el profesor utilizó el marco interpretativo de ausencia al centrarse en lo que faltaba en el aprendizaje de los estudiantes sobre la correcta ubicación de puntos y el planteamiento de ecuaciones de la recta. Además, recurrió al marco afectivo al expresar agrado por los avances de una estudiante con dificultades, Susi, quien pudo plantear correctamente una ecuación con su ayuda. El razonamiento estadístico se mostró en su decisión de corregir solo a los estudiantes con problemas específicos, mientras que el razonamiento estereotípico apareció cuando mencionó ser más tolerante con los estudiantes de menor desempeño, mostrándose menos exigente en los exámenes con aquellos que lograban al menos una parte del trabajo correctamente.

A nivel micro, los ciclos de evaluación en el SAC Resolución de ejercicios de forma guiada fueron en su mayoría incompletos, con interacciones que proporcionaron bajo soporte para promover el razonamiento. Los movimientos para obtener información se centraron en preguntas que requerían hechos o procedimientos correctos, planteando mayormente preguntas de tipo sí/no o sugerentes, lo que limitó el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes. Los movimientos de reconocimiento también ofrecieron bajo soporte para promover el razonamiento, consistiendo principalmente en validar respuestas correctas, corregir errores o repetir lo dicho por los estudiantes, sin profundizar en la comprensión de los conceptos. Este enfoque en la eficiencia para completar los ejercicios redujo las oportunidades de que los estudiantes desarrollaran un razonamiento más profundo y conceptual.

Tabla 21.

Noticing del profesor Braulio en la tercera sesión

	Atención selectiva	Interpretación
Sesión 3	<p>Aprendizajes matemáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dificultades de estudiantes en procedimientos básicos (escritura de coordenadas de un punto) • Expectativas de dificultades frecuentes (signos) • Procedimientos de estudiantes en ejercicios <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que los estudiantes concluyan sus ejercicios • Participación de estudiantes en la sesión 	<p>Formas de razonamiento (códigos emergentes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estadístico • Requerimientos futuros (exámenes estandarizados) • Estereotipos + AFECTO (sorpresa: la niña más problemática para el docente entendió; permisividad con estudiantes de bajo desempeño) <p>Marcos interpretativos (de la literatura):</p> <ul style="list-style-type: none"> • AFECTIVO • AUSENCIA

Nota. Elaboración propia

Sesión 4

En la cuarta sesión, el profesor Braulio tenía planeado trabajar con el propósito de "Aplicar el valor de la pendiente en ejercicios contextuales de tiempo y distancia", asociado al tema de "Representación de la gráfica de relaciones proporcionales y no proporcionales". Sin embargo, al revisar previamente unas libretas de los estudiantes antes de la clase, se dio cuenta de que tuvieron dificultades con la tarea sobre el cálculo de la pendiente y la ordenada al origen. Esto lo llevó a ajustar tanto el propósito como las actividades de la sesión. Al inicio de la clase, comunicó este ajuste y explicó las actividades que realizarían para corregir los errores identificados (ver Tabla 22). También hizo explícita su intención al utilizar la coevaluación como estrategia para que los estudiantes revisaran y corrigieran sus trabajos.

Tabla 22.

Prácticas EFI a nivel macro y meso de la cuarta sesión del profesor Braulio

	Acciones para clarificar y/o compartir metas de aprendizaje	Medios para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes	Acciones o ajustes para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje
Sesión 4	<p>Metas de aprendizaje</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establece propósito en planeación; no lo retoma en la sesión. <p>Criterios de éxito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orden y disciplina; participación en clase; elaboración de ejercicios. <p>Comunicación de metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al inicio comunica propósito inicial y la justificación del cambio del mismo para la sesión. • Comunicación a los estudiantes de las actividades a realizar • Comunica a los estudiantes la intención de la coevaluación de los ejercicios de tarea 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de una muestra de libretas antes de iniciar la clase • Planteamiento de preguntas para determinar los errores de los estudiantes en los ejercicios de tarea • Dudas externadas por estudiantes • Resolución de ejercicio por estudiante al frente en el pizarrón • Revisión rápida, monitoreo y control de las tareas directamente en el lugar de los estudiantes 	<p>Macro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambio del propósito de la sesión • Propuesta de nuevas actividades para resolver dudas y dificultades de estudiantes con el planteamiento de ecuaciones de rectas. <p>Meso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coevaluación • Corrección de errores en ejercicios de tarea • Modelación de la resolución de un ejercicio en el pizarrón • Recursos puntuales para resolver dificultades (uso de una matriz y uso de colores en el pizarrón).

Nota. Elaboración propia

Para obtener evidencia sobre el aprendizaje de los estudiantes, el profesor Braulio utilizó varios métodos. Primero, revisó las libretas antes de la clase. Durante la sesión, planteó preguntas a los

estudiantes durante la coevaluación en el SAC Revisión de ejercicios de tarea, como "¿Quién tuvo mal la pendiente?" o "¿Dónde hubo más errores, en la ordenada al origen o en la pendiente?", para identificar las áreas problemáticas. También escuchó las dudas que los estudiantes plantearon sobre la sustitución de coordenadas negativas en la fórmula de la pendiente y monitoreó su progreso revisando sus trabajos directamente en sus lugares.

A nivel macro, el profesor realizó dos ajustes importantes: modificó el propósito de la sesión para enfocarse en las dificultades identificadas y cambió las actividades previstas, que se transformaron en ejercicios remediales enfocados en la revisión de errores y aclaración de dudas. A nivel meso, empleó estrategias como la coevaluación, en la que los estudiantes intercambiaron libretas y revisaron los errores de sus compañeros, y pidió que corrigieran sus propios ejercicios. También modeló la resolución de un ejercicio en el pizarrón, explicando cómo calcular la pendiente cuando las coordenadas son negativas, y utilizó un plumón rojo para resaltar los signos negativos, lo que ayudó a los estudiantes a comprender mejor los procedimientos.

El profesor Braulio prestó atención a varios elementos relacionados con el aprendizaje de los estudiantes durante la sesión. En términos de contenido matemático, se centró específicamente en los errores que cometieron al calcular la pendiente y la ordenada al origen, problemas que detectó tanto en la revisión previa de las libretas como durante la clase. También observó dificultades en el manejo de signos negativos, un error recurrente que corrigió utilizando recursos visuales como un plumón rojo para destacar los signos en los cálculos. Además, el profesor monitoreó de cerca las dudas relacionadas con la tarea, que expresaron los estudiantes, y prestó atención a cómo llevaban a cabo la coevaluación. De manera adicional, observó las expresiones verbales y faciales de los estudiantes mientras participaban en la clase, lo que le permitió ajustar su instrucción en tiempo real, como cuando decidió modelar en el pizarrón la solución de un ejercicio para resolver dudas comunes.

En esta sesión, la estudiante Susi, a quien el profesor considera con dificultades, planteó una duda relevante sobre la pendiente de una recta. Ella cuestionó cómo, eligiendo puntos diferentes, siempre obtenían el mismo resultado para la pendiente y la ordenada al origen. A pesar de que su pregunta era relevante en términos matemáticos, la respuesta del profesor Braulio no abordó directamente a su duda y, en su lugar, hizo referencia a que ella no había llevado su libreta, con un tono que podría interpretarse como de molestia. Posteriormente, dirigió la atención al grupo en general para continuar la revisión de los ejercicios. Esta situación reflejó el razonamiento del profesor basado en estereotipos, ya que percibió el desempeño de Susi a través de su comportamiento anterior, lo que afectó cómo respondió a su pregunta.

En cuanto a la interpretación de la información que atendió, el profesor Braulio utilizó el marco interpretativo de ausencia para señalar los errores que los estudiantes cometieron al no graficar correctamente las rectas, lo que llevó a resultados incorrectos. El marco afectivo fue evidente

cuando mostró frustración por los errores básicos cometidos por estudiantes como Susi, quien tenía problemas para operar con números negativos. Su razonamiento basado en estereotipos también fue evidente al ofrecer un trato diferenciado a los estudiantes que consideraba más "capaces", a quienes brindaba más apoyo en función de sus dudas. Además, usó el razonamiento estadístico al tomar decisiones sobre cómo intervenir basándose en el número de estudiantes con dificultades, y el razonamiento de requerimientos futuros al explicar la importancia de corregir estos errores para su éxito en exámenes estandarizados.

A nivel micro, en los ciclos de evaluación observados en el SAC Revisión de ejercicios de tarea y el SAC Cierre de sesión, predominó el bajo soporte para promover el razonamiento. Las preguntas de Braulio se centraron en la obtención de hechos o procedimientos correctos, principalmente de tipo sí/no. En los movimientos de reconocimiento, validaba respuestas correctas, repetía lo que los estudiantes decían o proporcionaba la respuesta correcta, sin promover un razonamiento más profundo. Sin embargo, en los ciclos completos, el profesor presionó a los estudiantes a justificar sus respuestas y les pidió relacionar la evidencia con sus explicaciones.

Los elementos del noticing del profesor Braulio en la cuarta sesión se pueden consultar en la Tabla 23. Debido a que la cuarta sesión fue en la que más ajustes realizó el profesor Braulio para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje de toda la secuencia didáctica, también se presentaron una gran cantidad y variedad de elementos a los que prestó atención, así como también formas de razonamiento y marcos interpretativos, que fueron consistentes con los que mostró en las tres sesiones anteriores.

Tabla 23.*Noticing del profesor Braulio en la cuarta sesión*

	Atención selectiva	Interpretación
Sesión 4	<p>Aprendizajes matemáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Errores de estudiantes en el cálculo de la pendiente y en la ordenada al origen • Respuestas correctas/ incorrectas • Uso correcto de gráficas durante la resolución de ejercicios • Dificultades de estudiantes en procedimientos básicos (uso de signos → “cambio de sentido”) <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expresiones verbales y faciales de los estudiantes. • Elementos actitudinales • Orientación de los estudiantes hacia la tarea • Orden y limpieza 	<p>Formas de razonamiento (códigos emergentes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estereotipos + ANOMALÍA • Atribución a estudiantes • Requerimientos futuros (preparatoria y exámenes estandarizados) • Estadístico • Analogía (asociado con METÁFORA) <p>Marcos interpretativos (de la literatura):</p> <ul style="list-style-type: none"> • AUSENCIA • AFECTIVO • ANOMALÍA • ALTERNATIVAS • GENERALIZACIÓN

Nota. Elaboración propia**Sesión 5**

En la quinta sesión, el profesor Braulio tenía previsto trabajar con el aprendizaje esperado: "Uso de ecuaciones cuadráticas para modelar situaciones y resolverlas utilizando la factorización", pero debido a los ajustes realizados en la cuarta sesión, retomó temas pendientes. En concreto, la sesión se centró en resolver una confusión que los estudiantes mostraron en el SAC Cierre de sesión anterior, donde no pudieron diferenciar entre una relación lineal con pendiente negativa y una relación proporcional inversa. Aunque no comunicó explícitamente el propósito de la sesión al inicio, mencionó que la actividad propuesta tenía como objetivo ayudar a los estudiantes a aclarar esta confusión. En la Tabla 24 se muestran las prácticas EFI a nivel macro y meso que observé en la quinta sesión, las cuales explicaré a continuación.

Para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes, el profesor Braulio utilizó principalmente el planteamiento de preguntas durante los diferentes segmentos de actividad conjunta. En el SAC Sondeo de conceptos trabajados en clases anteriores, hizo preguntas para que los estudiantes repitieran definiciones clave, como la ecuación general de una recta y los significados de sus coeficientes. Durante los dos SAC Análisis de una situación problema, utilizó preguntas para guiar a los estudiantes y asegurar su participación activa.

Tabla 24.*Prácticas EFI a nivel macro y meso de la quinta sesión del profesor Braulio*

	Acciones para clarificar y/o compartir metas de aprendizaje	Medios para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes	Acciones o ajustes para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje
Sesión 5	<p>Metas de aprendizaje</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retomó propósito de cuarta sesión • No lleva a cabo propósito establecido en la planeación <p>Criterios de éxito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orden y disciplina, participación en clase y elaboración de ejercicios <p>Comunicación de metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunicación del propósito de la actividad de ajuste 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionamiento a estudiantes 	<p>Macro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de actividades de planeación • Propuesta de actividad nueva para atender confusión de estudiantes <p>Meso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de representación gráfica para atender confusión de estudiantes

Nota. Elaboración propia

A nivel macro, el profesor Braulio realizó un ajuste en su planeación, eliminando dos actividades que había preparado para la quinta sesión y en su lugar propuso una actividad centrada en dos situaciones problema. La primera situación representaba una relación lineal con pendiente negativa, usando como contexto el peso de una persona a lo largo del tiempo. La segunda situación representaba una relación proporcional inversa, relacionada con el costo de una pizza por persona según el número de personas. Este ajuste tenía como objetivo aclarar las diferencias entre las dos relaciones, resolviendo la confusión que se había generado en la sesión anterior.

A nivel meso, el profesor utilizó una estrategia novedosa que no había empleado en sesiones anteriores: en lugar de centrarse solo en tablas y ecuaciones, presentó las gráficas de ambas funciones. Este uso de la representación gráfica fue un medio para ayudar a los estudiantes a visualizar las diferencias entre una función lineal con pendiente negativa y una función proporcional inversa, permitiendo un análisis más claro de ambas.

Durante la sesión, el profesor Braulio prestó atención a las respuestas correctas e incorrectas de los estudiantes, especialmente en lo relacionado con la identificación de elementos clave en las funciones lineales, como la pendiente y la ordenada al origen. Su razonamiento estuvo ligado a requerimientos futuros, ya que explicó que los estudiantes necesitarían resolver este tipo de ejercicios de manera rápida y precisa para los exámenes de admisión a la preparatoria. También prestó atención a la precisión con la que los estudiantes explicaban las características de las

funciones trabajadas.

En cuanto a la interpretación de lo que observaba, el profesor Braulio utilizó dos marcos interpretativos: ausencia y afectivo. El marco de ausencia se manifestó cuando comentó que los estudiantes no utilizaban correctamente las gráficas, lo que contribuía a sus errores conceptuales. El marco afectivo apareció cuando mostró satisfacción y entusiasmo por lo que los estudiantes fueron capaces de resolver correctamente durante la actividad. En la Tabla 25 presento los elementos del noticing del profesor Braulio, que se presentaron en el corto diálogo que tuvimos sobre la quinta sesión.

Tabla 25.

Noticing del profesor Braulio en la quinta sesión

	Atención selectiva	Interpretación
Sesión 5	<p>Aprendizajes matemáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicaciones con características precisas sobre funciones • Respuestas correctas/incorrectas <p>Otros:</p>	<p>Formas de razonamiento (códigos emergentes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos futuros (exámenes de admisión) <p>Marcos interpretativos (de la literatura):</p> <ul style="list-style-type: none"> • AUSENCIA (no ponen gráficos) • AFECTIVO

Nota. Elaboración propia

A nivel micro, en el primer SAC Análisis de una situación problema, se observaron 45 ciclos de evaluación, de los cuales el 24% fueron completos. La mayoría de los movimientos para obtener información (E) ofrecieron bajo soporte para promover el razonamiento, enfocándose en la obtención de hechos o procedimientos correctos, solicitando a otro estudiante que respondiera o planteando preguntas de tipo sí/no. En los movimientos de reconocimiento (R), el 39% se dedicó a responder al razonamiento de los estudiantes con bajo soporte, mientras que en un 8% de las ocasiones facilitó el razonamiento mediante explicaciones procedimentales. En los ciclos completos, el profesor Braulio presionó a los estudiantes para que justificaran sus respuestas y relacionaran la evidencia con sus explicaciones.

5.1.3 Síntesis de las prácticas de evaluación formativa informal del profesor Braulio.

A partir del análisis anterior, se puede decir que el profesor Braulio muestra prácticas y estrategias asociadas a los cuatro elementos del ciclo de la evaluación formativa informal en los tres niveles de la actividad conjunta de la secuencia didáctica. Estas prácticas y estrategias las lleva a cabo de manera intencional y consciente con la finalidad de ayudar a sus estudiantes a alcanzar las diferentes metas de aprendizaje propuestas para cada sesión analizada.

El profesor Braulio presentó una planeación detallada para cada sesión de la secuencia didáctica, con metas de aprendizaje claras basadas en el currículum de secundaria. En las cinco sesiones analizadas, siguió sus planeaciones, aunque en una ajustó el propósito para atender dificultades de los estudiantes. En cada sesión, compartió las metas de aprendizaje de diversas formas: al finalizar un tema, retomaba el aprendizaje esperado y pedía a un estudiante evaluar su cumplimiento, lo cual complementaba con explicaciones. Al inicio de la secuencia, dictó a sus estudiantes el aprendizaje esperado y el tema para que lo anotaran en la portada de sus libretas. Además, al comienzo de cada sesión, conectaba el propósito con actividades previas. También explicaba el objetivo de cada actividad, a veces de forma oral o proyectada. Cuando realizaba ajustes, los comunicaba y justificaba ante sus estudiantes. En las entrevistas y en su planeación, el profesor Braulio mostró los indicadores de logro o de éxito para las metas de aprendizaje. De manera general, en todas sus planeaciones estableció que el orden y la disciplina, la participación en clase y el que realicen y concluyan los ejercicios son criterios con los que evalúa el logro de las metas. Adicionalmente, en las entrevistas explicó que la cantidad de estudiantes que puedan brindar respuestas correctas y las expresiones faciales y verbales de sus estudiantes, son para él un indicador de comprensión.

Para obtener evidencia sobre el aprendizaje de los estudiantes, pude identificar que el profesor Braulio utilizó cinco estrategias principalmente. La primera y más frecuente consistió en el planteamiento de preguntas a todos y cada uno de sus estudiantes durante las diferentes actividades que llevó a cabo en cada sesión de clase. En segundo lugar, pasó a estudiantes al pizarrón para que resolvieran un ejercicio. En tercer lugar, monitoreó de manera rápida y llevó un control de tareas directamente en el lugar de los estudiantes. En cuarto lugar, solicitó un esquema jerárquico, lo que le permitió obtener una evidencia de la comprensión de sus estudiantes a partir de las conexiones que mostraron. Finalmente, revisó una pequeña muestra de libretas de sus estudiantes un par de horas antes de la sesión, para identificar las principales dificultades a las que se enfrentaron durante los ejercicios de tarea.

Para analizar el noticing en ambos casos, consideré dos elementos: la atención selectiva y la interpretación del profesor. La atención selectiva del profesor Braulio durante la secuencia didáctica se enfocó en dos aspectos principales. Primero, el aprendizaje en matemáticas, donde prestó atención a las respuestas correctas e incorrectas de los estudiantes, los procedimientos utilizados, las dificultades con operaciones básicas (como números negativos) y el recuerdo de hechos matemáticos, como definiciones y fórmulas. Segundo, aspectos relacionados con el manejo del grupo y el estado emocional de los estudiantes. En cuanto al manejo de grupo, prestó atención a la concentración en las actividades, las distracciones, la participación de todos y el éxito en completar las tareas. Respecto al estado emocional, prestó atención a las expresiones verbales, faciales y corporales para evaluar la comprensión de los temas.

Como parte de sus procesos de interpretación, el profesor Braulio utilizó cinco marcos interpretativos de los trece propuestos por Sherin y Russ (2014), así como otras seis formas de razonamiento –categorías emergentes–, algunas de las cuales están relacionadas con ciertos marcos. A continuación, presento una síntesis de cada elemento, considerando la frecuencia con la que apareció en el análisis de cada sesión.

Las seis formas de razonamiento que presentó el profesor Braulio fueron las siguientes: estereotipos, estadístico, requerimientos futuros, opuestos, atribución a estudiantes y analogía. La forma de razonamiento asociada a estereotipos tuvo la mayor frecuencia en todas las entrevistas. Pude identificar que el profesor Braulio clasificó a sus estudiantes en dos grandes grupos. El primero de ellos, corresponde al grupo de los listos —inteligentes—, quienes para él son estudiantes aplicados, que a la primera le entienden, que tienen facilidad y una habilidad nata para las matemáticas. El segundo grupo corresponde a los estudiantes distraídos, estudiantes que van “a rastras”, que son flojos, que no tienen actitud y que de antemano él sabe que no van a poder, puesto que él considera que “no todos salieron para las ciencias”.

Esta forma de razonamiento tiene implicaciones importantes para la toma de decisiones del profesor Braulio en los ciclos de evaluación formativa informal. Así, por ejemplo, si los estudiantes listos muestran ciertas expresiones faciales que al profesor le comunican que no entendieron o si se lo dicen de forma directa, el profesor los atiende inmediatamente y toma la decisión de hacer determinados ajustes en la instrucción, por ejemplo, detener el flujo de la clase y explicar de nuevo. Sin embargo, si los estudiantes que él tiene clasificados como no-listos muestran ciertas dificultades, el profesor continúa con la sesión y no se detiene por ellos, ya que él considera que atrasan a todo el grupo y que no se puede hacer mucho por ellos. Para apoyarlos les explica de manera individual, indica a otro estudiante que les apoye o los cita a una asesoría fuera del horario de clase.

Las formas de razonamiento estadístico y de requerimientos futuros fueron las segundas más frecuentes. La primera es similar a la utilizada en pruebas estandarizadas y está fuertemente relacionada con el razonamiento de opuestos del profesor Braulio. En este tipo de interpretación, él identificó la cantidad de estudiantes que resolvieron un ejercicio o actividad de forma correcta. Si un cuarenta por ciento o más de los estudiantes no pudieron hacerlo, el profesor lo identificó como un problema general del grupo y realizó un ajuste para aplicar alguna estrategia con todo el grupo para resolver la dificultad. Por el contrario, si menos del cuarenta por ciento de los estudiantes presentó dificultades durante la sesión de clase, el profesor los atendió de manera individual, brindándoles correcciones o dejándoles una “tarea especial”. De manera general, se puede decir que el profesor Braulio aplica la regla de que, si la mayoría puede resolver un ejercicio o no presenta dificultades, entonces avanza a la siguiente actividad o tema.

La forma de interpretar los acontecimientos en el aula durante la evaluación formativa informal

asociada a los requerimientos futuros para los estudiantes tiene que ver con el hecho de que el profesor Braulio prestó mayor atención a las dificultades que enfrentan los estudiantes, si estas estuvieron asociadas con temas que se trabajan en el bachillerato o que serán evaluados en los exámenes estandarizados al finalizar el grado escolar (PLANEA) o en el examen de admisión (Exani-I), como lo expresó en diferentes ocasiones durante las entrevistas. Con base en esto, tomó la decisión de detenerse para aclarar dudas. Así, por ejemplo, si era un tema que el profesor Braulio consideró como fundamental de secundaria y como base para las matemáticas del bachillerato, como es el caso de temas relacionados con elementos fundamentales de álgebra, entonces se detuvo. Si él consideró que es un tema que se trabajará en el siguiente nivel y que lo explican de nuevo desde el inicio, entonces no le dio tanta importancia y continuó con la clase.

Las formas de razonamiento de atribución a estudiantes y opuestos fueron las terceras más frecuentes. La atribución a estudiantes estuvo relacionada por lo general con razonamientos asociados a estereotipos o con el marco interpretativo de alternativas. Como bien expliqué con la profesora Paula, este es un caso particular del marco interpretativo de relaciones causales de Sherin y Russ (2014). En este sentido, el profesor Braulio atribuyó a los estudiantes, y de manera particular a ciertos comportamientos y actitudes por parte de ellos, el que no se lograran los propósitos de determinadas sesiones o que no aprendieran como él esperaba.

En la forma de razonamiento de opuestos, el profesor Braulio valoró constantemente si las respuestas de los estudiantes son correctas o incorrectas, o si los objetivos de aprendizaje se lograron o no se lograron, sin tener un razonamiento más profundo o ponderado al respecto. Esta forma de interpretar es un caso particular del marco interpretativo de comparación de Sherin y Russ (2011) y refleja la forma más común que tienen los profesores de matemáticas de razonar sobre la evidencia de sus estudiantes. De acuerdo con Crespo (2000), cuando los profesores se fijan en lo correcto o incorrecto, muestran una postura evaluativa al escuchar las respuestas de los estudiantes y una tendencia a aceptar las respuestas correctas como evidencia de comprensión o las respuestas incorrectas como señales de confusión o de descuido por parte de los estudiantes. Gotwals y Birmingham (2015), por su parte, indican que esta forma de razonar afecta tanto las maneras como los profesores plantean preguntas, como el propósito de plantear dichas preguntas y las respuestas que proporcionan a los estudiantes durante la interacción.

Finalmente, en una ocasión el profesor Braulio presentó una forma de razonamiento que denominé analogía, ya que estableció una comparación explícita entre dos conceptos matemáticos sin recurrir a elementos imaginativos o abstractos. Considero que esta analogía se relaciona con el marco interpretativo de metáfora de Sherin y Russ (2014), en tanto que ambos enfoques buscan conectar ideas previas con nuevos conceptos matemáticos para facilitar la comprensión. Sin embargo, mientras que las metáforas, según Sherin y Russ, suelen involucrar asociaciones simbólicas o representaciones abstractas, en este caso, la comparación se basó en relaciones

matemáticas concretas. El profesor Braulio utilizó una referencia precisa a un tema de matemáticas de primaria para explicar la importancia de atender las dificultades que presentaron sus estudiantes con las operaciones básicas de números negativos. Esta comparación no incluyó elementos figurativos o abstractos característicos de las metáforas, sino que estableció una equivalencia estructural entre ambos conceptos, lo que permite identificarla como una analogía más que como una metáfora.

Los marcos interpretativos, de los propuestos por Sherin y Russ (2014), que utilizó el profesor Braulio fueron: Ausencia, afectivo, anomalía, alternativas y generalización. El marco de ausencia, que es el nombre que asigné al de “lo que no está ahí” de Sherin y Russ (2014), está relacionado con aquello que el profesor reconoció que faltó en el trabajo de los estudiantes durante la clase o aquello que no se dio. Pude identificar que, para el docente, la ausencia de determinados elementos o información en las respuestas de los estudiantes es un indicador de que un determinado concepto o procedimiento no está claro para ellos, lo que lo lleva a tomar decisiones para hacer ajustes y ayudarlos.

Al hablar sobre determinados eventos en el aula, se hizo presente el marco afectivo (Sherin y Russ, 2014), donde el profesor Braulio mostró reacciones emotivas. Pude identificar que, en prácticamente todas las ocasiones, el profesor mostró gusto o alegría al recordar cuando los estudiantes fueron capaces de lograr los propósitos de las actividades. De igual forma, él mostró sorpresa, lo cual estuvo asociado generalmente al marco interpretativo de anomalía, cuando no se cumplieron sus expectativas, lo cual explicaré en los siguientes párrafos. En una ocasión presentó cierta molestia o decepción cuando la estudiante con más dificultades en el salón no cumplió con lo que él esperaba.

El marco interpretativo de anomalía (Sherin y Russ, 2014) se refiere a aquellos razonamientos, donde el profesor identificó algo inesperado o sorprendente durante la interacción con los estudiantes en el aula, lo que refleja que se rompieron sus expectativas. Las anomalías expresadas por el profesor Braulio se pueden dividir en dos grupos. El primero se refiere a aquellas donde los estudiantes, que tenía catalogados como no-listos, respondieron de manera correcta en el aula o que presentaron problemas con aquellos conocimientos que él considera que son básicos y que trabajaron previamente. En el segundo grupo se ubican los estudiantes que no cumplieron con ciertos lineamientos básicos de su curso, como por ejemplo no traer la libreta a clase.

El marco interpretativo de alternativas (Sherin y Russ, 2014) lo utilizó al hablar sobre los ajustes que realizó en el aula, sobre todo aquellos a un nivel macro de la actividad conjunta. De manera particular, pude identificar que utiliza este marco cuando las cosas salieron diferentes a lo que él esperaba, es decir, cuando se rompieron sus expectativas o bien, cuando los propósitos para las sesiones de clase no se cumplieron y, por lo tanto, no se llevó a cabo su planeación. Cuando él proporcionó alternativas, exploró las consecuencias negativas que se pudieron haber generado si

no hubiera llevado a cabo los ajustes propuestos. Es por ello, que considero que este marco apareció cuando buscó justificar sus acciones y decisiones, sobre todo cuando estas se desviaron de lo esperado para la actuación del profesor con respecto a su planeación.

Finalmente, el marco interpretativo de generalización apareció solo una vez al hablar sobre cómo el currículum y los libros de texto abordan actualmente el álgebra. De acuerdo con Sherin y Russ (2014), con este marco los profesores identifican comportamientos o actividades específicas, que se llevan a cabo en diferentes contextos de enseñanza. En este caso, el profesor Braulio hizo una generalización sobre cómo el uso actual de la tecnología y el enfoque de los libros de texto se centran más en análisis generales y no tanto en el uso específico de procedimientos algebraicos.

Por último, en la secuencia didáctica del profesor Braulio pude identificar ajustes en los tres niveles de la actividad conjunta –macro, meso y micro–, como parte de los ciclos de evaluación formativa informal y que tuvieron la finalidad de apoyar a los estudiantes para superar dificultades y alcanzar las metas de aprendizaje que él definió en su planeación. En las entrevistas pude observar que el profesor Braulio mostró un cierto grado de sensibilidad a las necesidades de sus estudiantes y al mismo tiempo tuvo una actitud flexible para hacer los ajustes necesarios, ya sea desde la planeación o durante la interacción con ellos en el aula.

Como parte de los ajustes a nivel macro, el profesor Braulio hizo ajustes en diferentes elementos de su planeación, los cuales se pueden agrupar de la siguiente manera: Ajustar el propósito de la sesión y retrasar el que tenía planeado; eliminar actividades y proponer nuevas actividades; cambio de enfoque o propósito de las actividades ya planeadas. Durante las entrevistas, el profesor Braulio utilizó la expresión “ir al ritmo de ellos” para referirse a este tipo de cambios, con los que buscaba atender las necesidades y dificultades que fue identificando con los estudiantes y para no forzarlos a avanzar cuando no estaban listos. Una práctica que observé con el profesor Braulio, es que este tipo de ajustes los comunicaba a los estudiantes y, por lo general, tenían una finalidad remedial o de corrección.

A un nivel meso de la actividad conjunta en el aula, pude observar una diversidad de ajustes, los cuales estuvieron principalmente relacionados con las estrategias pedagógicas que utilizó en el aula, los cuales agrupé en tres grandes grupos: calibración de los ejercicios de matemáticas, estrategias que involucran la ayuda directa por parte del profesor y estrategias de apoyo grupales.

La calibración de los ejercicios de matemáticas la observé en casi todas las sesiones de la secuencia didáctica y consistió en que el profesor Braulio hizo cambios en los ejercicios que propuso a los estudiantes, con base en la información que atendió durante la interacción con ellos en el aula. Esta calibración tuvo diferentes matices, entre los que se destacan el cambio el contexto del problema, el ajuste a la demanda cognitiva o el cambio del enfoque del mismo problema. El cambio del contexto de los problemas tuvo la finalidad de apoyar en la comprensión de los estudiantes, como bien lo expresó en una de las entrevistas: “algo que hago es ponerme a su nivel,

buscar algo contextual para que me entiendan”.

En cuanto a las estrategias que implican la ayuda directa del profesor, identifiqué las siguientes: modelación de ejemplos en el pizarrón, referencia a problemas similares, sugerencia de apoyos externos, seguimiento específico a estudiantes, retroalimentación sobre respuestas correctas e incorrectas, y uso de recursos específicos. En la modelación de ejemplos, el profesor resolvía un ejercicio en el pizarrón y planteaba preguntas a los estudiantes durante el proceso. La referencia a problemas similares surgía cuando los estudiantes tenían dificultades con un problema; en esos casos, el profesor Braulio introducía problemas parecidos que sabía habían sido significativos para ellos. La sugerencia de apoyos externos consistía en recomendar asistir a asesorías, repasar apuntes anteriores o realizar tareas especiales. El seguimiento específico se centró en aquellos estudiantes con mayores dificultades, quienes, según el profesor Braulio, no escribían, estaban en una zona de confort, no mostraban interés, o necesitaban un empuje adicional. A estos alumnos les prestaba especial atención, asegurándose de que completaran los ejercicios, no se distrajeran, tomaran apuntes y participaran. La retroalimentación sobre las respuestas correctas o incorrectas incluía señalar si los procedimientos y respuestas eran correctos, y en algunos casos, guiar a los estudiantes a justificar sus respuestas. Por último, el uso de recursos específicos incluía técnicas como el uso de colores en el pizarrón para diferenciar signos y operaciones, o representaciones gráficas para aclarar diferencias entre funciones lineales e inversas.

Las estrategias grupales, como el nombre lo indica, son acciones y actividades que llevó a cabo, para las cuales involucró a todo el grupo. Con estas actividades promovió la colaboración entre estudiantes para ayudarse entre sí a corregir los errores que cometieron en los diferentes ejercicios que resolvieron a lo largo de las sesiones de clase. Como parte de estas actividades se encuentra la construcción de organizadores de información de todo el grupo con la ayuda del profesor, la coevaluación de tareas y la ayuda entre pares.

Como parte del análisis micro, realicé un análisis de siete segmentos de actividad conjunta, línea por línea, los cuales están indicados en el mapa de secuencia de la actividad conjunta en la Figura 11. En estos siete episodios, identifiqué en total 146 ciclos, de los cuales solamente el 23% fueron completos –incluyen los cuatro movimientos ESRU. De manera particular, encontré que en los segmentos de actividad conjunta donde hubo un mayor porcentaje de ciclos completos de evaluación formativa informal a nivel micro fueron: SAC de Cierre de Sesión, SAC de Revisión de Ejercicios de forma Independiente y SAC de Análisis de una Situación Problema.

Los movimientos de obtención de información (E) en las interacciones del profesor Braulio se enfocaron principalmente en (1) obtener hechos o procedimientos, donde el profesor solicitaba respuestas directas o procedimientos; (2) planteamiento de preguntas tipo sí/no y sugerentes, mismas que tienen poco valor para fomentar un razonamiento profundo, ya que guían al estudiante hacia respuestas específicas sin promover la reflexión (Posamentier y Smith, 2014); y (3) obtener

clarificaciones, en lo cual no alcanzó un intercambio dialógico más productivo.

Las respuestas de los estudiantes, como parte de los ciclos ESRU, tendieron a ser breves y orientadas a hechos o procedimientos, lo que refleja el tipo de preguntas que les hacía el profesor Braulio. Dado que las preguntas eran frecuentemente cerradas, las respuestas de los estudiantes no ofrecían muchas oportunidades para la elaboración o justificación de sus pensamientos. Este patrón refuerza la naturaleza procedimental de las interacciones en el aula, donde los estudiantes se centran en cumplir con los requisitos de las preguntas en lugar de explorar conceptos matemáticos de una manera más profunda.

Los movimientos de reconocimiento (R) de las respuestas de los estudiantes por parte del profesor Braulio también tendieron a ser de bajo soporte para su razonamiento y se centraron en la validación y corrección de respuestas, con menos énfasis en facilitar un razonamiento más profundo o en extender el diálogo. Los movimientos más frecuentes fueron los siguientes: (1) validar respuestas correctas, donde el profesor difícilmente profundizó en el razonamiento detrás de ellas; (2) corregir errores, donde el profesor respondía de manera inmediata, sin permitir propiamente que los estudiantes reflexionaran sobre los mismos o que ellos los identificaran; (3) *re-voicing*, para lo cual, el profesor Braulio repetía las respuestas de los estudiantes, lo que facilitaba cierta clarificación.

Los movimientos de respuesta (U) que son clave para ayudar a los estudiantes a avanzar en su aprendizaje se presentaron con menos frecuencia. Dentro de los ciclos completos, encontré que las estrategias más frecuentes que utiliza el profesor Braulio en los movimientos de respuesta (U) son: presionar para una justificación matemática (56%); ayudar a los estudiantes a relacionar sus explicaciones con evidencia (26%); conectar con aprendizajes previos (11%); promover la reflexión (4%); y presionar para una generalización (4%). La primera estrategia le permite obtener más información sobre las respuestas que brindan los estudiantes y, de manera particular, le permite acceder a las razones por las cuales proporcionan determinadas respuestas. La segunda estrategia la utiliza generalmente después de que los estudiantes proporcionan una respuesta incorrecta a alguna pregunta que plantea; de esta forma, los lleva a caer en cuenta de su error sin indicarlo explícitamente. La tercera estrategia la utilizó en las dos primeras sesiones de la secuencia didáctica, como un medio para recuperar los aprendizajes previos de sus estudiantes. La cuarta estrategia se presentó en una ocasión, al llevar a los estudiantes a pensar sobre las diferentes soluciones que estaban proporcionando y, finalmente, la quinta estrategia tuvo la finalidad de que los estudiantes pudieran generalizar un procedimiento a partir de ejemplos concretos que les proporcionó.

5.3 Análisis intercaso y discusión de resultados.

El enfoque de esta investigación es interpretativo y para dar respuesta al objetivo general – caracterizar las prácticas de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas–, llevé a cabo un estudio comparativo de dos casos, donde un primer caso corresponde a un profesor que imparte clase en secundaria y el segundo caso a una profesora que imparte clase en el nivel superior. Como es propio de los estudios de caso, no busco una generalización de tipo estadístico de los resultados hacia las prácticas de todos los profesores de matemáticas, sino más bien una generalización analítica (Yin, 2014), en donde los hallazgos toman la forma de lecciones aprendidas u otro tipo de principios a nivel teórico que pueden tener implicaciones más allá del mismo tipo de casos hacia otro tipo de situaciones (Yin, 2014).

En este apartado presento la comparación de los casos de la profesora Paula y del profesor Braulio a partir de los elementos constitutivos de las prácticas de evaluación formativa informal, los cuales están reflejados en los objetivos y en las preguntas específicas de esta investigación: 1. ¿Qué acciones lleva a cabo el profesor para clarificar y/o compartir las metas y expectativas de aprendizaje con los estudiantes?; 2. ¿Qué tipo de evidencias sobre el aprendizaje en matemáticas obtiene el profesor y qué medios utiliza para ello?; 3. ¿Cómo atiende e interpreta la evidencia sobre el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes en el desarrollo de la actividad conjunta de la secuencia didáctica?; 4. ¿Qué tipo de ajustes realiza el profesor para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje?

En ambos casos observé prácticas de evaluación formativa informal durante las sesiones de las secuencias didácticas. Los datos sugieren la presencia de estas prácticas, ya que, de acuerdo con Ruiz-Primo y Li (2013), se pueden identificar a través de la presencia de interpretación y acciones que se llevan a cabo como consecuencia para atender las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

A continuación, presento la comparación de ambos casos a partir de las categorías teóricas que propuse en la matriz de prácticas de evaluación formativa informal en los tres niveles de actividad conjunta en el aula, que se puede consultar en la Tabla 4 y en la Tabla 6. Consideraré estos mismos elementos para el análisis de cada sesión de la secuencia didáctica de ambos profesores.

5.3.1 Las metas de aprendizaje y su comunicación durante la evaluación formativa informal.

Las metas de aprendizaje definidas por el profesor se constituyen en el centro y referencia de todos los elementos del ciclo de la evaluación formativa, bien sea planeada o informal. Bennett (2011) señala que la manera en que el profesor define, comprende y tiene claridad sobre las metas de aprendizaje influye en el proceso de evaluación formativa, ya que estas dictan la naturaleza de la evidencia que el profesor recolecta y atiende durante la evaluación formativa y también indican

la dirección del tipo de respuestas o ajustes que propone para ayudar a los estudiantes a cerrar la brecha entre su estado actual de aprendizaje y la meta que tenga para ello. De igual manera, cuando el profesor comparte con los estudiantes las metas de aprendizaje y los criterios de éxito y se asegura de que los comprendan, entonces se involucra a los estudiantes de forma activa en su proceso de aprendizaje, brindándoles elementos que les permitan tener un mejor control sobre el mismo, lo que repercute como tal en su aprendizaje y en su motivación (Ruiz-Primo y Brookhart, 2018).

En la Tabla 26 presento las prácticas asociadas a la definición, comunicación y clarificación de metas y expectativas de aprendizaje que son más recurrentes en ambos casos. Las coincidencias entre la profesora Paula y el profesor Braulio con respecto a la definición de metas de aprendizaje en la evaluación formativa informal consistieron en que ambos propusieron una meta de aprendizaje general y global, la cual mantuvieron a lo largo de toda la secuencia didáctica; ambos definieron metas de menor envergadura para cada sesión de clase; y postergaron o retrasaron las metas de aprendizaje si en sesiones anteriores no se cumplieron las que tenían previstas. Sin embargo, la diferencia entre ambos radicó en que el profesor Braulio las derivó del currículum de Educación Básica, las definió durante la planeación antes de implementar la secuencia didáctica y las estructuró de acuerdo con una progresión de menor a mayor complejidad; mientras que la profesora Paula las definió en el transcurso de la actividad conjunta en el aula, considerando las dificultades que presentaron los estudiantes en las sesiones de clase durante la resolución de las tareas matemáticas que propuso y, si bien estuvieron relacionadas con la meta global, no estuvieron estructuradas de acuerdo con una progresión clara y definida.

Tabla 26.*Comparación de acciones para definir, compartir y clarificar metas de aprendizaje*

Profesora Paula	Profesor Braulio
<p>Metas de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantea una meta de aprendizaje global para la SD. • Ajusta y propone metas de aprendizaje más “cortas” durante la interacción, que responden a las incomprendiones y dificultades presentadas por los estudiantes, pero están relacionadas con la meta de aprendizaje global • Pospone metas de aprendizaje durante el desarrollo de la actividad conjunta. 	<p>Metas de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantea una meta de aprendizaje global para la SD, que es el aprendizaje esperado • Desde la planeación, define dos temas para la SD y plantea un propósito para cada sesión. • Los propósitos utilizan verbos de taxonomías que crecen en complejidad. • No cambia metas de aprendizaje, pero sí pospone metas durante el desarrollo de la actividad conjunta.
<p>Criterios de éxito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resuelven problemas de manera satisfactoria • Los estudiantes proporcionan definiciones • Orientación hacia la tarea e involucramiento del estudiante en la actividad • Logro de estudiantes con bajo desempeño 	<p>Criterios de éxito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respuestas correctas de estudiantes • Elaborar y terminar los ejercicios en clase • Expresiones faciales de los estudiantes • Orden y disciplina • Participación en clase
<p>Comunicación de metas de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No comunica metas de aprendizaje al inicio de la sesión. • Comunica en diferentes momentos los propósitos de las actividades (al inicio y después de resultados) • Explica razones de su elección de ejercicios 	<p>Comunicación de metas de aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunica el aprendizaje esperado, propósito de la sesión y propósito de las actividades en diferentes momentos y por diferentes vías: dictado en la libreta al iniciar SD; al inicio de cada clase y de forma verbal; al inicio de las actividades, de forma verbal y escrita en sus materiales de apoyo (PPT). • Al cierre de la SD promueve una breve autoevaluación.

Nota. Elaboración propia

Los ajustes que realizó la profesora Paula a las metas de aprendizaje, basados en las dificultades presentadas por sus estudiantes en cada sesión —ya sea proponiendo nuevas metas o postergándolas—, reflejan prácticas de evaluación formativa informal ampliamente documentadas en la literatura, y están alineadas con los principios de una enseñanza responsiva. Bell y Cowie (2002) señalaban que los profesores ajustan sus propósitos al interpretar que los aprendizajes previos de los estudiantes no son suficientes para abordar las actividades previstas, algo que también ocurrió en el caso de Paula. Robertson et al. (2016) refuerzan esta idea al explicar que, en una enseñanza responsiva, el docente responde a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, enfocándose en sus ideas esenciales más que en actividades preestablecidas. Este proceso de ajuste está íntimamente relacionado con el concepto de *teacher noticing*, tal como lo señalan Weyers et al. (2024), ya que permite a los docentes identificar en tiempo real las dificultades de los estudiantes

y adaptar las metas de aprendizaje de manera inmediata, favoreciendo una enseñanza más flexible y efectiva.

Si bien la profesora modificó y pospuso las metas de aprendizaje para dar respuesta a las necesidades y dificultades de sus estudiantes, también observé que, en ausencia de una planeación formal para la secuencia didáctica, en conjunto con los ajustes continuos realizados a las metas de aprendizaje, la organización de la actividad conjunta en el aula se vio afectada y se generó una sensación de caos, como ella misma reconoció. De esta manera, los constantes cambios y postergación de las metas de aprendizaje la llevaron a destinar más tiempo del que disponía, para resolver las dificultades presentadas por sus estudiantes, lo que la obligó a dejar actividades inconclusas, ya que necesitaba avanzar para cubrir los contenidos estipulados en la guía de aprendizaje de la asignatura. Esto también provocó que, por la falta de tiempo, abandonara sus prácticas de evaluación formativa informal a partir de la quinta sesión de la secuencia didáctica.

Por otro lado, si bien la práctica de planeación diaria del profesor Braulio y el apearse a ella en el transcurso de la secuencia didáctica le permitieron tener un mayor control del desarrollo de la actividad conjunta en el aula, así como concluir las actividades y conferirle un mayor sentido de estructura y orden a sus clases, la forma como definió las metas pudo no reflejar el progreso del aprendizaje con respecto al tema de razones y relaciones proporcionales. Esto se debe principalmente a que, como lo explican Heritage et al. (2009), la naturaleza inconexa del currículum con objetivos discretos es poco útil para el docente, puesto que no permite articular una red de conceptos que muestren una trayectoria más clara de aprendizaje y que promueva la comprensión de los estudiantes.

Ahora bien, otra coincidencia que tuvieron ambos casos fue el nivel de especificidad en la formulación de los criterios de éxito para las metas de aprendizaje propuestas. En primer lugar y con respecto al aprendizaje en matemáticas de sus estudiantes, para ambos profesores el logro de las metas de aprendizaje lo observaban en la resolución de problemas de manera satisfactoria o que los estudiantes proporcionaran respuestas correctas. Hattie et al. (2017) explican que este tipo de criterios de éxito conllevan el riesgo de que, durante la interacción en el aula, el profesor pase por alto la comprensión del estudiante a nivel conceptual y sus procesos de resolución de problemas. De manera adicional, estos criterios de éxito no contemplan de una manera más fina los procesos asociados al aprendizaje de determinados contenidos en matemáticas, por ejemplo, relaciones proporcionales y relaciones inversas, funciones lineales, el concepto de derivada, entre otros.

En segundo lugar, los dos profesores consideraron como criterios de éxito otros elementos, que guardan relación con el aprendizaje de los estudiantes. Así, por ejemplo, ellos mencionaron el nivel de involucramiento de los estudiantes en la actividad y el que pudieran concluirla, así como el nivel de participación de los estudiantes en la clase. Por su parte, la profesora Paula propuso el logro alcanzado de los estudiantes con bajo desempeño como un criterio de éxito, lo que estuvo asociado

a una interpretación basada en estereotipos, que discutiré más adelante. El profesor Braulio consideró de manera adicional las expresiones faciales que indicaban un sentido de satisfacción en el estudiante.

Este tipo de criterios de éxito, si bien están relacionados con el tipo de metas emocionales o actitudinales que menciona Ruiz-Primo (2011), y que pueden estar presentes en la evaluación formativa informal, también sugieren una falta de alineación con respecto a las metas que proponen los docentes para la secuencia didáctica, así como un desconocimiento de cómo la habilidad y la comprensión del estudiante incrementan en complejidad y de cómo se ve un buen desempeño de las mismas.

Heritage et al. (2009) destacan que un conocimiento disciplinar profundo de los conceptos involucrados en una progresión del aprendizaje en un tema en específico permite al profesor identificar cómo se manifiesta un buen desempeño en las metas de aprendizaje a corto plazo. Aunque la profesora Paula, considerando su formación académica, demostraba un dominio disciplinar sólido, la falta de especificidad en sus criterios de éxito podría indicar una comprensión limitada sobre la progresión del aprendizaje de los estudiantes en el análisis de funciones y sobre cómo aumentan en complejidad la habilidad y la comprensión en este tema, lo cual se relaciona con el conocimiento pedagógico del contenido.

En el caso del profesor Braulio, si bien observé una progresión en sus metas de aprendizaje, estas estuvieron basadas en los planes de estudio y las formuló de acuerdo con ciertos lineamientos curriculares frecuentes en el ámbito educativo, por ejemplo, el considerar los verbos propuestos en diferentes taxonomías. Si bien este tipo de formulaciones –que reflejan un conocimiento pedagógico y del currículum del profesor Braulio– consideraron un incremento en la complejidad de los procesos de pensamiento a lo largo de la secuencia didáctica, no necesariamente reflejaron cómo progresa el aprendizaje de los estudiantes en particular con respecto al tema de razones y relaciones proporcionales. Esta situación podría estar relacionada con ciertas limitaciones en su conocimiento pedagógico del contenido, ya que, como lo explican Wilson et al. (2014), el profesor necesita comprender el contenido y a sus estudiantes para saber cómo los ellos progresan de formas más simples a formas más sofisticadas de pensamiento, así como los pasos cognitivos que tienen que dar para tal desarrollo y las posibles incomprendiones a las que se enfrenten durante el mismo.

Con respecto a la comunicación de metas de aprendizaje, observé prácticas de naturaleza diferente en ambos casos. El profesor Braulio las comunicó de manera sistemática al inicio de cada clase, en diferentes momentos y por diferentes vías, ya sea dictándole el aprendizaje esperado a los estudiantes, comunicando los propósitos de cada clase de manera verbal o presentándolos por escrito en los materiales de apoyo que utilizó en sus clases; de igual forma, promovió autoevaluaciones breves al cierre de la secuencia didáctica con respecto a las metas de aprendizaje.

En cambio, la profesora Paula no comunicó las metas de aprendizaje de cada sesión a los estudiantes, lo que pudo ser una causa de que algunos de ellos expresaran no saber qué hacían en clase o que consideraban que no estaban haciendo nada o que no estaban avanzando. Sin embargo, ella sí comunicó en diferentes momentos los propósitos de las actividades, sobre todo al inicio de cada una; ella relacionó los resultados obtenidos con respecto a los propósitos de la actividad, proporcionó explicaciones de resumen al final de las mismas y a veces llegó a explicar las razones de la elección de los ejercicios para la clase.

Esta frecuencia en la comunicación de metas de aprendizaje o de los propósitos de las actividades es una práctica asociada a docentes con un buen dominio de la evaluación formativa (Moss et al., 2013). Sin embargo, la repetición de manera verbal en ausencia de criterios de evaluación específicos, visibles, observables y medibles (Moss y Brookhart, 2012) no contribuye a la comprensión de las metas de aprendizaje por parte de los estudiantes, dificultad a la que se enfrentan generalmente los docentes durante la evaluación formativa (Ruiz-Primo y Kroog, como son citados en Ruiz-Primo y Brookhart, 2018).

El análisis de las metas de aprendizaje y su comunicación en los casos de los profesores Braulio y Paula revela enfoques divergentes que influyen en la evaluación formativa informal. Mientras que el profesor Braulio mostró una mayor sistematicidad al definir y comunicar sus metas, basándolas en progresiones curriculares establecidas, su enfoque pareció tener menos margen de flexibilidad para ajustarse a las necesidades emergentes de los estudiantes. Por otro lado, la profesora Paula adoptó un enfoque más dinámico, ajustando las metas en función de las dificultades de los estudiantes, aunque a menudo en ausencia de una planeación formal, lo que generó desorganización en el aula. Ambos profesores mostraron limitaciones en la formulación de criterios de éxito específicos y en la alineación precisa de estos con las metas de aprendizaje definidas previamente, lo que pudo haber afectado el desarrollo de una comprensión matemática más profunda en sus estudiantes. Estos hallazgos sugieren que un conocimiento pedagógico y disciplinar bien articulado puede favorecer la definición de metas claras y comprensibles, así como una comunicación efectiva alineada con criterios que permitan un seguimiento más detallado del progreso del aprendizaje de los estudiantes.

5.3.2 Atención selectiva y medios para obtener información durante la evaluación formativa informal.

Como expliqué en el marco teórico, la percepción e interpretación del profesor en la evaluación formativa informal la conceptualicé desde el noticing, que abarca dos sub-procesos principales (Sherin y Russ, 2014) –la atención selectiva del docente y sus razonamientos basados en sus conocimientos–, que están conectados entre sí a través de marcos interpretativos.

Vale la pena resaltar de nuevo, que el noticing del docente no es un proceso pasivo, sino que

involucra procesos ascendentes y descendentes (Sherin y Russ, 2014), por lo que cuando el profesor observa en el salón de clase, razona de manera constante lo que ocurre y esto define qué y cómo observará en un futuro (Sherin, 2014), al mismo tiempo que también lo lleva a buscar intencionalmente dicha información. Es por ello que asumo que el noticing y, de manera particular la atención selectiva del profesor, se hace evidente en el aula a través de los comentarios o preguntas donde da seguimiento a las ideas de los estudiantes (Lineback, 2015), lo que ocurre a un nivel del discurso en el aula, y también a través de cualquier otro medio que le permita obtener la información; de igual forma, asumo que una manera de acercarse e identificar los procesos de razonamiento del profesor con respecto a los eventos que ocurrieron en el aula es a través de las verbalizaciones que hace en las entrevistas posteriores a las sesiones de clase.

En la Tabla 27 presento un comparativo de los medios que utilizaron los profesores Braulio y Paula para obtener información del aprendizaje de sus estudiantes. A pesar de haber sido secuencias didácticas en niveles educativos diferentes, encontré similitudes en los medios que ambos utilizaron. La estrategia principal más frecuente fue el planteamiento de preguntas a sus estudiantes durante los diferentes segmentos de actividad conjunta. De igual forma, ambos profesores pasaron al pizarrón a los estudiantes para que resolvieran ejercicios de manera pública en el salón de clase, lo que les permitió identificar las estrategias de solución y los principales errores que cometían.

Tabla 27.*Comparación de medios para obtener evidencia del aprendizaje en matemáticas de los estudiantes*

Caso Paula	Caso Braulio
<p>Medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionamiento a estudiantes • Pregunta de sondeo: ¿Qué aprendimos ayer? • Los estudiantes pasan al pizarrón • <i>Feeling</i> docente 	<p>Medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionamiento a todos los estudiantes • Los estudiantes pasan al pizarrón • Esquema jerárquico sobre relaciones proporcionales • Pasa a los lugares a revisar procedimientos y respuestas en libretas • Control y sello de tareas en los lugares • Uso de software <i>Kahoot</i>
<p>Tareas matemáticas utilizadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tareas de naturaleza abierta y exploratoria <ul style="list-style-type: none"> ○ Los estudiantes comparten sus observaciones sobre la representación gráfica de un polinomio ○ Los estudiantes proponen sus propias funciones que tengan un cambio de comportamiento creciente a decreciente o viceversa. 	<p>Tareas matemáticas utilizadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios de libro de texto o exámenes estandarizados (datos exactos para los cuales se aplica una fórmula y se obtiene una respuesta correcta). • Muestra representaciones gráficas o tabulares, a partir de las cuales los estudiantes tienen que calcular datos (velocidad) o tienen que obtener la expresión algebraica de la función que modela los datos

Nota. Elaboración propia

Este tipo de estrategias son consistentes con aquellas que se reportan en la literatura para la evaluación formativa informal. Como lo explican Ruiz-Primo y Li (2013), el grado de formalidad de la evaluación formativa está determinada por la interrelación de las dimensiones de la planeación y la formalidad de las estrategias para obtener información. De esta forma, en un extremo del continuo, la informalidad de la evaluación formativa contempla estrategias que se realizan en el desarrollo de la actividad conjunta en el aula y que tienen menor precisión para obtener información, por ejemplo, la percepción general del docente sobre el número de estudiantes que comprendieron un determinado concepto en el salón o una idea muy general de cómo se está llevando a cabo el aprendizaje de los estudiantes (Ruiz-Primo y Li, 2013). Este tipo de percepciones generales, se hicieron evidentes en el caso de la profesora Paula, cuando hablaba de lo que ella creía que había ocurrido, para lo cual utilicé el código emergente de *feeling* docente.

A diferencia de la profesora Paula, el profesor Braulio utilizó otro tipo de estrategias para obtener información sobre el aprendizaje de sus estudiantes. Entre estas estrategias encontré la construcción conjunta con los estudiantes de organizadores gráficos, que en su caso fue un esquema jerárquico sobre relaciones proporcionales; el pasar a los lugares de los estudiantes para revisar y llevar un control de sus tareas; y el uso del software *Kahoot*, que además de tener un componente lúdico, le brindó un panorama de las respuestas de todos sus estudiantes. Si bien estas estrategias

estuvieron contempladas por el profesor Braulio en su planeación, el tipo de información que obtuvo, el tipo de acciones e interpretaciones que llevó a cabo como consecuencia –las cuales fueron rápidas y ocurrieron durante la misma interacción–, me permitieron ubicarlas como parte de ese continuo, hacia un extremo más informal o interactivo (Ruiz-Primo, como es citada en Ruiz-Primo y Brookhart, 2018).

Bell y Cowie (2002) explican también, que las actividades que utilizan los docentes durante el proceso de enseñanza y aprendizaje se convierten en medios para que obtengan información sobre el aprendizaje de sus estudiantes. En ambos casos, pude observar cómo las tareas matemáticas que pusieron para trabajar en las sesiones de clase, les permitieron obtener información, la cual tuvo una fuerte relación con el tipo de interpretaciones que realizaron los profesores. Esto lo explicaré en el apartado siguiente.

Como parte de la fase de aprendizaje superficial de la secuencia didáctica (Hattie et al., 2017), la profesora Paula propuso tareas matemáticas con una naturaleza abierta y exploratoria, donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de compartir sus observaciones sobre la representación gráfica de un polinomio de grado doce y proponer funciones que tuvieran un cambio de comportamiento. Este tipo de actividades le permitieron darse cuenta de sus dificultades e incomprensiones con respecto al tema de funciones, que correspondiente a un curso previo. Por su parte, el profesor Braulio utilizó en su mayor parte ejercicios que son frecuentes en los libros de texto o en exámenes estandarizados, donde los estudiantes aplican una fórmula para los datos que se proporcionan en el problema; de igual manera, presentó a los estudiantes diferentes representaciones gráficas o tabulares para las cuales debían construir una representación algebraica.

En ambos casos, clasifiqué la atención selectiva en dos grandes grupos. El primero abarcó elementos que estuvieron relacionados con el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes y el segundo incluyó elementos asociados a este y que también influyeron en la interpretación que hicieron los profesores sobre el aprendizaje y en las decisiones que tomaron como parte de los ciclos de evaluación formativa informal. En la Tabla 28 a continuación, se presenta la comparación de estos elementos para ambos casos.

Tabla 28.*Comparación de la atención selectiva en ambos casos*

Caso Paula	Caso Braulio
<p>Aprendizajes matemáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Errores en procedimientos básicos / Errores en general / Respuestas correctas • Definiciones y características de conceptos matemáticos • "Hueco conceptual": ausencias en conocimientos previos y bases matemáticas • Soluciones alternativas e innovadoras • Expresiones verbales de los estudiantes: Comunicación de ideas; uso de lenguaje matemático; facilidad y fluidez en la comunicación como indicador de comprensión 	<p>Aprendizajes matemáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respuestas correctas e incorrectas, incluyendo los procedimientos de los estudiantes • Recuerdo de hechos matemáticos –fórmulas, significados de coeficientes • Dificultades de estudiantes asociadas con matemáticas básicas – operaciones de números con signo
<p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estado emocional de los estudiantes. • Nivel de participación de los estudiantes en la clase. • Orientación de los estudiantes hacia la tarea 	<p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estado emocional de los estudiantes • Expresiones faciales • Criterios de éxito definidos en la planeación: orden y limpieza, participación de los estudiantes, orientación de los estudiantes hacia la tarea

Nota. Elaboración propia

En cuanto al aprendizaje en matemáticas de los estudiantes, ambos profesores coincidieron en prestar atención a respuestas y procedimientos correctos o incorrectos, lo que se deriva de y a su vez se refleja en el tipo de tareas matemáticas que propusieron en clase. Por ejemplo, para el caso del profesor Braulio, él propuso en todas las actividades ejercicios similares a los propuestos en libros de texto, que solo tienen una respuesta y un único camino para resolverse. De acuerdo con Stroup et al. (2004), este tipo de tareas son generalmente poco efectivas para obtener ideas matemáticas de los estudiantes, ya que generan un espacio de solución que reducen la discusión en el aula a respuestas correctas o incorrectas y a cómo aplicar de manera correcta una determinada regla o procedimiento.

La profesora Paula, por su parte, si bien prestó también atención a las respuestas correctas y a los errores que cometieron sus estudiantes, también buscó de manera activa e identificó aquellas que fueron diferentes e innovadoras. Para ello, ella utilizó tareas matemáticas de naturaleza exploratoria, donde brindó a los estudiantes la oportunidad de proponer sus propias funciones. Stroup et al. (2004) sugieren que en este tipo de tareas, donde los estudiantes proponen objetos matemáticos con base en su creatividad y con respecto a un objetivo en concreto, permiten enfocar la atención de la actividad en el aula hacia la estructura de la matemática subyacente a todas las

propuestas de los estudiantes y, de manera particular, los lleva a identificar aquello que hace que se cumpla en todos los casos o aquello que es invariante, lo cual es fundamental para el aprendizaje en matemáticas.

De manera adicional, Stroup et al. (2004) sugieren que este tipo de tareas de naturaleza abierta permiten al profesor saber en dónde se encuentran sus estudiantes, es decir, le permite obtener información sobre el estado actual de la comprensión del estudiante con respecto a esa tarea en particular. Esto fue reconocido de manera explícita por la profesora, al expresar que la actividad que propuso en las primeras dos sesiones le permitió saber “en qué camino andan” o saber “qué traen en la cabeza”.

Para atender las ideas diferentes e innovadoras de los estudiantes y para incorporarlas al discurso de la clase, es muy probable que el conocimiento disciplinar profundo de la profesora, derivado de su formación, haya jugado un rol importante. Coffey y Edwards (2016) señalan que la atención a las ideas matemáticas de los estudiantes tiene un fundamento disciplinar, ya que implica reconocer ideas, prácticas y razonamientos propios de la disciplina para utilizarlos en la toma de decisiones sobre la instrucción. En este sentido, el *teacher noticing*, como lo describe Weyers et al. (2024), juega un papel central en la habilidad del docente para percibir, interpretar y responder a las ideas de los estudiantes. El conocimiento profundo de la profesora no solo le permitió identificar y atender las ideas matemáticas emergentes en el aula, sino también analizarlas críticamente y usarlas para enriquecer la dinámica de la clase.

Otros elementos de coincidencia en la atención selectiva de ambos casos fueron:

- (a) Expresiones correctas de conocimiento de tipo factual. En el caso de la profesora Paula, ella se fijaba en que los estudiantes pudieran proporcionarle definiciones y características de conceptos matemáticos. El profesor Braulio buscaba y prestaba atención al hecho de que los estudiantes pudieran recordar hechos matemáticos, como fórmulas o el significado de los coeficientes en ellas.
- (b) Dificultades asociadas con las bases matemáticas de los estudiantes. En ambos casos pude identificar que un elemento fundamental de su búsqueda activa de información en el aula fueron las dificultades mostradas por los estudiantes con respecto a las matemáticas básicas. La profesora Paula los nombraba como “huecos conceptuales” y, en el caso del profesor Braulio, tenía identificada una dificultad muy específica de los estudiantes –operaciones con números con signo–, que podía representarles mayores dificultades para requerimientos futuros, como los exámenes de admisión o en las matemáticas del bachillerato.

La profesora Paula, a diferencia del profesor Braulio, prestó atención a la comunicación y al uso del lenguaje matemático por parte de sus estudiantes. En diversas ocasiones, ella expresó que un indicador de comprensión era el hecho de que sus estudiantes mostraran facilidad y fluidez en la comunicación y que hicieran un uso correcto del lenguaje matemático. Esta atención en un nivel

formal del lenguaje matemático es consistente con los casos reportados por Prediger (2019), donde la atención está centrada en un nivel lingüístico y de manera específica, en el uso de palabras y el vocabulario formal en matemáticas, lo que posteriormente lleva a los profesores a dar un bajo soporte al aprendizaje de sus estudiantes.

Con respecto a otros elementos asociados al aprendizaje en matemáticas de los estudiantes, tanto el profesor Braulio como la profesora Paula tuvieron similitudes importantes. En ambos casos, prestaron atención al estado emocional de sus estudiantes, a la orientación de ellos hacia la tarea y a su nivel de participación en la clase. Estos hallazgos son consistentes con respecto al noticing de profesores de matemáticas y ciencias de diferentes estudios, donde se reporta que los profesores atienden a una gran diversidad de situaciones en el aula. Por ejemplo, Star et al. (2011) encontraron categorías como ambiente de aula, manejo de grupo o comunicación entre docentes y estudiantes; M. G. Sherin et al. (2011) identificaron que los profesores prestan atención a la participación de sus estudiantes o a elementos de la organización de la clase.

En conclusión, tanto el profesor Braulio como la profesora Paula demostraron una atención selectiva influenciada por el tipo de tareas matemáticas que propusieron en clase. A pesar de las diferencias en el nivel educativo y la naturaleza de las actividades, ambos profesores coincidieron en prestar atención a las respuestas correctas e incorrectas, así como a las dificultades de los estudiantes con conceptos matemáticos fundamentales. Mientras que Braulio se centró principalmente en ejercicios estructurados y respuestas factuales, Paula buscó identificar propuestas innovadoras y explorar la comprensión más profunda de los estudiantes mediante tareas abiertas y exploratorias. Estas diferencias reflejan cómo el conocimiento disciplinar y las percepciones del docente influyen en su capacidad para obtener y utilizar información sobre el aprendizaje de los estudiantes, lo que impacta directamente en la calidad de la evaluación formativa informal que realizan en el aula.

5.3.3 Interpretación durante la evaluación formativa informal.

Para dar cuenta de cómo los dos profesores de esta investigación interpretaron la evidencia sobre el aprendizaje de sus estudiantes, integré todos los elementos analizados en cada caso. Vinculé los marcos interpretativos y las formas de razonamiento de cada profesor con el tipo de evidencia o información que identificaron y los medios que les permitieron llegar a ello. Esta articulación ofrece un análisis integral de cómo opera el noticing de cada profesor –su atención selectiva e interpretación–, identificando sus similitudes y diferencias, y discutiendo estos hallazgos en relación con otras aportaciones de la literatura.

Antes de comparar ambos casos en relación con sus procesos interpretativos, es relevante describir cómo se abordé su análisis dentro del ciclo de la evaluación formativa informal. Desde

una perspectiva *etic*, utilicé la categoría de marcos interpretativos para asignar códigos a los procesos de pensamiento de los profesores durante las entrevistas, retomando la propuesta de Sherin y Russ (2014). Inicialmente, los códigos aplicados eran generales y no siempre reflejaban la naturaleza particular del razonamiento del profesor. Un ejemplo de esto se presentó con el marco de relaciones causales: aunque los profesores establecían relaciones de causa y efecto, las atribuciones de causalidad no se limitaban a eventos, sino que con frecuencia eran dirigidas hacia personas. Esta distinción permitió identificar patrones en la forma en que los docentes interpretaban el desempeño de los estudiantes, lo que llevó a la emergencia de nuevos códigos desde una perspectiva *emic*. Entre estos códigos destacan tres categorías clave: atribución a docentes anteriores, atribución a estudiantes y estereotipos, que ofrecen una visión más detallada sobre cómo los profesores interpretan la evidencia del aprendizaje en función de sus propias experiencias y creencias.

Conforme avancé en el análisis, observé que en el caso de la profesora Paula emergían tres formas de razonamiento interrelacionadas y con mayor frecuencia que otros códigos: emoción, anomalía y estereotipos. En particular, identifiqué patrones en los que las emociones expresadas por la profesora durante la entrevista se relacionaban con el tipo y la forma de retroalimentación o ajustes que implementaba en el aula. Este hallazgo refleja lo que se ha señalado en estudios sobre la influencia de la dimensión afectiva en la docencia, ya que la manera en que un docente manifiesta y regula sus emociones influye directamente en cómo interpreta y responde a las necesidades de los estudiantes (García-Cabrero et al., 2024). En este sentido, la interpretación de los procesos emocionales se integra con teorías de atribución que vinculan razonamientos causales, estereotipos, expectativas y respuestas emocionales en contextos escolares. Además, la presencia emocional del docente no solo impacta la interpretación de las respuestas de los estudiantes, sino que también modula la calidad de la retroalimentación y la oportunidad de participación brindada a cada estudiante (García-Cabrero, 2009). En la Tabla 29 presento la comparación de los elementos asociados a los procesos de razonamiento e interpretación de ambos casos.

Tabla 29.*Comparación de procesos de razonamiento e interpretación en ambos casos*

Caso Paula	Caso Braulio
Marcos interpretativos de la literatura: <ul style="list-style-type: none"> • ANOMALÍA • AFECTIVO • TOMA DE PERSPECTIVA • AUSENCIA • COMPARACIÓN 	Marcos interpretativos de la literatura: <ul style="list-style-type: none"> • AUSENCIA • AFECTIVO • ANOMALÍA • ALTERNATIVAS • GENERALIZACIÓN
Formas de razonamiento (códigos emergentes): <ul style="list-style-type: none"> • Atribución a docentes de cursos anteriores o a estudiantes • Estereotipos • Requerimientos futuros 	Formas de razonamiento (códigos emergentes): <ul style="list-style-type: none"> • Estereotipos • Estadístico • Requerimientos futuros • Opuestos • Atribución a estudiantes • Analogía

Nota. Elaboración propia

En los resultados de Sherin y Russ (2014), los marcos interpretativos propuestos surgieron a partir de un estudio donde los profesores de matemáticas verbalizaron sus observaciones e interpretaciones al observar videos con episodios de clase de otros colegas. El profesor Braulio y la profesora Paula presentaron en común tres de ellos al hablar sobre lo ocurrido en su propio salón de clase: anomalía, afectivo y ausencia –lo que no está ahí. La profesora Paula, de manera particular, utilizó los marcos de toma de perspectiva y comparación. Desde la perspectiva de la enseñanza afectiva, esta toma de perspectiva puede interpretarse como una manifestación de empatía epistémica, que implica no solo comprender el razonamiento del estudiante, sino también reconocer las emociones que subyacen a sus respuestas y ajustar la retroalimentación en función de ello (García-Cabrero et al., 2024). En los siguientes párrafos abordo los elementos que tuvieron en común como casos de esta investigación, así como las diferentes relaciones entre la atención selectiva, formas de razonamiento y marcos interpretativos.

De manera adicional, el profesor Braulio utilizó los marcos de alternativas y generalización. Con el marco de alternativas, él hizo exploraciones hipotéticas de lo que hubiera ocurrido en ausencia de las acciones que llevó a cabo en el aula con los estudiantes. Esta exploración, por lo general, contempló escenarios con mayores dificultades para los estudiantes en un futuro, lo que le permitió justificar las acciones que lo desviaron de lo que tenía planeado. El marco de generalización lo utilizó en una única ocasión para hablar sobre cómo se aborda actualmente el álgebra en el currículum y en los libros de texto.

La atención del profesor Braulio en lo correcto/incorrecto estuvo mediada por una forma de razonamiento de opuestos, la cual considero que es un caso particular del marco interpretativo de comparación de Sherin y Russ (2014). Para poder decir que una respuesta es correcta o incorrecta en un ejercicio de matemáticas, el profesor tiene que comparar la respuesta del estudiante contra una matemática “única y correcta”, que proporciona la clave para emitir el juicio. Esta forma de razonamiento fue consistente con su visión de las matemáticas que expresó en la entrevista inicial, donde la consideró como una disciplina formal, con reglas y procedimientos dados para resolver problemas, en donde no hay cabida para el pensamiento divergente.

La atención de la profesora Paula a las respuestas innovadoras o diferentes está mediada principalmente por el marco interpretativo de toma de perspectiva descrito por Sherin y Russ (2014). Al emplear este tipo de razonamiento, Paula se pone en el lugar de los estudiantes, tratando de comprender sus respuestas y de identificar su origen. A diferencia del profesor Braulio, Paula se centra en las respuestas que considera innovadoras o inesperadas, lo cual puede explicarse mediante el concepto de empatía epistémica (Zaber, 2023). Esta forma de razonamiento le permite no solo interpretar las respuestas de los estudiantes, sino también comprender las experiencias emocionales y cognitivas que subyacen en ellas. Al tratar de entender de dónde provienen las ideas de los estudiantes, Paula demuestra un razonamiento más profundo y una atención más inclusiva a sus estudiantes.

El marco interpretativo de toma de perspectiva se observa particularmente en el tipo de estrategias que utiliza la profesora a nivel micro para el planteamiento de preguntas en las conversaciones de evaluación. Además de solicitar respuestas a consignas matemáticas, ella también utiliza estrategias como averiguar el razonamiento de los estudiantes, clarificar/elaborar sobre sus respuestas o revisar su comprensión. Entre las estrategias para el movimiento de reconocimiento de la contribución del estudiante en las conversaciones de evaluación, ella acepta y retoma abiertamente las respuestas que le proporcionan los estudiantes y emplea el *revoicing* de manera frecuente, así como la re-representación. Con respecto al *revoicing*, Forman et al. (1998) sugieren que permite mostrar a los estudiantes cómo se relacionan sus ideas para promover el debate y también permite que el profesor pueda hacer una expansión a las intervenciones de los estudiantes, al parafrasear sus ideas con un lenguaje matemático más formal, lo que puede llevar a mejorar su comprensión.

Si bien en el análisis del caso identifiqué que las estrategias que utiliza para obtener información y reconocer las aportaciones de los estudiantes son en su mayoría de bajo soporte para el pensamiento matemático, según lo propuesto por Ellis et al. (2019), estas estrategias en los ciclos de evaluación formativa informal reflejan una mayor apertura hacia las ideas de los estudiantes. Este enfoque puede considerarse un indicio de una enseñanza responsiva, donde la profesora, guiada por una empatía epistémica emergente, valora y responde a las experiencias cognitivas y

emocionales de sus estudiantes, permitiendo una instrucción más centrada en el alumno.

Sin embargo, a pesar de que la profesora Paula atiende a diferentes ideas que expresan los estudiantes en el desarrollo de la actividad conjunta y muestra apertura para escucharlas, en el momento en que busca explicar su origen o las razones por las cuales los estudiantes las expresan, ella utiliza formas de interpretación parecidas a las del profesor Braulio. De manera particular, observé que ella genera estas explicaciones mediante dos tipos de marcos interpretativos: el de comparación y el de relaciones causales.

Con respecto al marco interpretativo de comparación, ella relaciona las respuestas de los estudiantes con la teoría matemática o con sus propios razonamientos, de tal manera que acaba determinando si son correctas o si muestran errores o bien, utiliza el marco de ausencia para explicar aquello que faltó en las respuestas. Esta forma de razonamiento es en esencia parecida a la interpretación de opuestos del profesor Braulio, por lo que puedo decir que en ambos casos se refleja lo que Coffey et al. (2011) explican con respecto a la atención e interpretación durante la evaluación formativa en matemáticas, donde los profesores tienden a identificar cómo las ideas de los estudiantes se alinean a una matemática entendida como una estructura jerarquizada, rígida, como un cuerpo de información correcto y centrado en terminología.

Una segunda forma que tiene la profesora Paula para interpretar dichas ideas es mediante tres formas de atribución: atribución a docentes anteriores, atribución a su propia práctica o atribución a los estudiantes. Estas pertenecen ya al conjunto de formas de interpretación que no están relacionadas con el pensamiento matemático de los estudiantes. En una de las entrevistas, ella expresa que busca comprender las razones que dan origen a las respuestas erróneas de los estudiantes, lo cual coincide con la explicación de Weiner (como es citado en Prawat et al., 1983) sobre la retroalimentación, donde los docentes no solo consideran las respuestas de los estudiantes, sino que también las causas que las originan.

De esta manera, la profesora Paula busca generalmente explicaciones en las formas en que los docentes de cursos anteriores abordan los conceptos básicos que deben dominar los estudiantes y en menor medida, en elementos propios de su curso. Ella llega en ocasiones a considerar que los estudiantes también tienen responsabilidad en los posibles errores que cometen, ya que el haber aprobado el curso anterior implica que tienen por lo menos los conocimientos mínimos necesarios para el curso que ella imparte.

Esta última forma de razonar se presenta de manera frecuente en ambos casos y se puede considerar una atribución que tiene su origen en el concepto de esfuerzo, como lo explican Georgiou et al. (2002). En el caso particular del profesor Braulio, con quien fue la segunda forma de razonamiento más frecuente, está asociada a su visión de lo que es aprender matemáticas, ya que él expresó en la entrevista inicial que es una cuestión de intento, esfuerzo y repetición y que “no hay éxito sin esfuerzo” o “a base de esfuerzo, vas a lograrlo”. En ambos casos, en ocasiones

atribuyen a los estudiantes sus errores o el que no se logren los propósitos de la sesión o de las actividades. Cuando esto ocurre, es muy probable que el profesor lentifique o incluso suspenda la ayuda a los estudiantes, sobre todo si son de bajo desempeño (Georgiou et al., 2002).

De manera similar, en ambos casos se presenta la atribución asociada a la habilidad de los estudiantes, la cual es una consecuencia de los estereotipos que tienen sobre ellos. Los dos profesores evidenciaron que los clasifican en grupos con base en la percepción que tienen de su habilidad y mencionan de manera constante a los estudiantes de mejor desempeño –estudiantes becados para la profesora Paula y los estudiantes listos o inteligentes para el profesor Braulio— y a los estudiantes de menor desempeño –repetidores en el caso de la maestra y estudiantes “que no se les dan las ciencias” para el caso del profesor—durante las entrevistas. Esto deja ver que existe un tercer grupo para ellos, que son los estudiantes “promedio” como lo sugieren Reid et al. (como son citados en Ruthven, 1987), los cuales son invisibles durante la evaluación formativa informal, ya que nunca expresaron algo sobre ellos en las entrevistas e interactúan poco con ellos en el aula.

Sin embargo, la oportunidad de participación y la equidad en la interacción con los estudiantes también se ven afectadas por la presencia emocional docente. Se ha documentado que los docentes pueden asignar turnos de palabra de manera diferenciada según sus expectativas sobre los estudiantes, lo que genera desigualdades en el acceso a la participación y la retroalimentación (García-Cabrero, 2009). En este sentido, la profesora Paula mostró una tendencia a interactuar con más frecuencia con ciertos estudiantes, a quienes les brindaba más oportunidades de expresión, mientras que con otros su retroalimentación era más limitada. Esta diferencia en la participación puede reforzar ciclos de exclusión en el aula, donde los estudiantes con menor visibilidad en la interacción docente-estudiante tienen menos oportunidades de recibir apoyo para desarrollar sus ideas matemáticas.

Así, encontré que, como consecuencia de estos estereotipos, los dos profesores presentan un conjunto de formas de razonamiento y marcos interpretativos muy similares y que se relacionan entre sí, lo que se puede explicar con el modelo propuesto por Reyna (2000) y sus tres firmas de atribución. El profesor Braulio genera una mezcla de atribuciones asociadas a la habilidad y al esfuerzo, por lo que predomina la segunda firma de atribución, al expresar emociones generalmente positivas y con poca evidencia de enojo con los estudiantes.

Así, a los estudiantes con la etiqueta positiva –estudiantes listos, a los que se les facilita la matemática– les tiene una mayor confianza, cree en sus capacidades para hacer matemáticas, por lo que en clase les solicita que ayuden a los compañeros que más dificultades tienen, les concede la palabra para responder las preguntas con mayor demanda cognitiva, presta atención a sus intervenciones en el aula y si presentan dificultades, es decir, si se presentan resultados negativos con ellos, entonces les proporciona los recursos necesarios para apoyarlos, por ejemplo, hace ajustes en la sesión para brindarles retroalimentación.

Por otro lado, con los estudiantes que “no salieron para las ciencias”, el profesor Braulio también expresa atribuciones asociadas al esfuerzo. Es decir, además de su baja habilidad, también piensa que sus bajos resultados se deben al poco empeño que ponen en la escuela, a que son distraídos y en ocasiones flojos. De acuerdo con Prawat et al. (1983), con esta combinación los profesores tienden a sentirse impotentes para cambiar el curso de los eventos, es decir, pierden la esperanza de que estos estudiantes mejoren su desempeño. Sin embargo, las emociones expresadas por el profesor Braulio fueron de tipo compasivo la mayor parte del tiempo y no mostró enojo, por lo que de acuerdo con Georgiou et al. (2002), esto es un indicador de que el docente atribuye el bajo rendimiento de los estudiantes a sus bajas habilidades principalmente. Esto puede explicar el hecho de que el profesor Braulio tenga bajas expectativas de ellos, lo que lo lleva a no prestarles atención y pasar por alto sus contribuciones en clase y el contenido matemático de sus ideas; que sea más permisivo y menos demandante con ellos, lo que se refleja en el tipo de preguntas de baja demanda cognitiva que les plantea y en las respuestas que les acepta.

En el caso de la profesora Paula, se observa una gama de emociones –como el agrado, la sorpresa, el pesar, la desesperación y el enojo– al referirse a eventos ocurridos en el aula durante la evaluación formativa informal. Estas emociones evidencian las atribuciones relacionadas tanto al esfuerzo como a la percepción de habilidad de los estudiantes, que manifestó en las entrevistas. Por ejemplo, cuando un estudiante de alto desempeño no graficó una función básica, Paula expresó enojo, interpretando el error como atribuible a factores controlables y, en consecuencia, implementa medidas correctivas como negar su ayuda y enviarlos a su lugar. Esta interpretación es coherente con estudios previos en los que se ha identificado que los docentes con alta presencia emocional en el aula suelen proyectar accesibilidad y empatía hacia sus estudiantes, utilizando el humor y la expresión afectiva como estrategias para reforzar el aprendizaje y la interacción (García-Cabrero et al., 2024).

El análisis de los procesos interpretativos de los profesores Braulio y Paula evidencia cómo sus marcos interpretativos, formas de razonamiento y atribuciones influyen en la manera en que comprenden y responden a las ideas y acciones de sus estudiantes. Como se ha señalado en la literatura, la equidad en la evaluación formativa implica no solo ofrecer retroalimentación oportuna, sino también garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a interacciones significativas con el conocimiento matemático y con el docente (García-Cabrero, 2009). En este sentido, los patrones de participación diferenciados observados en ambos casos reflejan cómo las expectativas docentes pueden influir en la oportunidad de respuesta de los estudiantes, lo que puede perpetuar desigualdades en el aprendizaje de las matemáticas. Mientras que la profesora Paula adopta un enfoque más inclusivo y orientado a comprender las perspectivas y emociones de los estudiantes, el profesor Braulio tiende a emplear un razonamiento más estructurado y dicotómico, centrado en la corrección de respuestas. Sin embargo, ambos profesores comparten patrones en

cuanto a estereotipos y atribuciones vinculadas a la habilidad y esfuerzo, lo que a su vez influye en sus expectativas y, por ende, en las interacciones en el aula.

Estas atribuciones provocan variaciones en el nivel de demanda cognitiva y en el tipo de retroalimentación que ofrecen a distintos grupos de estudiantes, lo que refleja cómo las percepciones del docente sobre sus estudiantes pueden limitar el potencial de aprendizaje y el desarrollo de habilidades matemáticas en el aula. Como han documentado García-Cabrero et al. (2024), la proyección de emociones positivas en el aula puede fomentar un aprendizaje más efectivo, al generar un ambiente en el que los estudiantes se sienten valorados y apoyados en su proceso de desarrollo matemático. Sin embargo, la equidad en la oportunidad de participación sigue siendo un desafío, ya que la presencia emocional del docente puede estar mediada por sus expectativas y sesgos, impactando la manera en que se distribuyen las oportunidades de intervención y la calidad de la retroalimentación brindada.

5.3.4 Ajustes y acciones durante la evaluación formativa informal.

En esta investigación, la evaluación formativa se entiende como un proceso cíclico, en donde el profesor obtiene información, la interpreta y lleva a cabo ajustes o acciones como consecuencia, que tienen la finalidad de dirigir a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje mientras el proceso de enseñanza y aprendizaje está en curso. De acuerdo con Wiliam y Leahy (2007), estas acciones o ajustes se convierten en la gran idea de la evaluación formativa y se constituyen en el elemento característico que la diferencia de la evaluación sumativa.

Los profesores participantes en esta investigación realizaron ajustes intencionados durante las actividades de la secuencia didáctica, con el propósito de ayudar a sus estudiantes a superar dificultades y orientarlos hacia las metas de aprendizaje definidas para cada sesión. Tanto el profesor Braulio como la profesora Paula emplearon la expresión "ir al ritmo de ellos" en las entrevistas para referirse a modificaciones relacionadas con las estructuras de actividad y la planificación de sus secuencias didácticas. Estos ajustes compartidos incluyen la postergación de actividades o metas y la propuesta de nuevas tareas, lo cual es similar a las estrategias observadas en el estudio de Andersson y Palm (2017).

La profesora Paula, a diferencia del profesor Braulio, modifica las metas diarias para las sesiones de clase, extiende tiempos y llega a cambiar el enfoque inicial con el que propone sus actividades. Esta flexibilidad se puede explicar en parte por una ausencia de una planeación formal diaria y también por el nivel educativo en el que labora, donde se da mayor libertad a los profesores para definir los elementos de sus cursos. El profesor Braulio, por el contrario, si bien también hace modificaciones a su planeación, trata de apegarse a ella lo más posible para cumplir con los propósitos de cada clase establecidos en la misma.

En el nivel meso de la actividad conjunta, el profesor Braulio mostró una gama más amplia de ajustes, los cuales me permitieron identificar y proponer tres grandes grupos para las acciones que llevan a cabo los profesores en este nivel. En una primera instancia, ambos llevan a cabo modificaciones a las tareas matemáticas que proponen en el aula, lo cual denominé como calibración de ejercicios. En el caso de la profesora Paula, para esta categoría ella incrementa la frecuencia de problemas o ejercicios que abordan temas en los cuales los estudiantes muestran dificultades, los cuales propone durante todo el curso independientemente del tema que se esté abordando. El profesor Braulio, por su parte, cambia el contexto de los problemas para adaptarlo a la realidad de los estudiantes, cambia el enfoque de los problemas para abordar las dificultades a las que se enfrentan los estudiantes y disminuye la demanda cognitiva de los problemas.

La disminución de la demanda cognitiva de las tareas matemáticas es una acción que se puede presentar como consecuencia de las ayudas que el profesor considera que pueden ser útiles para que los estudiantes resuelvan el problema, como lo muestra el estudio de Chávez y Martínez (2018). Con base en lo que reportan estos autores, los profesores de matemáticas tienden a plantear una serie de preguntas a través de una retroalimentación abundante y constante, lo que tiene como efecto que se simplifiquen las tareas para que los estudiantes lleguen a la respuesta correcta, impidiendo entonces que se involucren en un proceso de comprensión del contenido matemático (Chávez y Martínez, 2018). A este fenómeno también se le conoce como efecto Topaze, en el cual de acuerdo con Brousseau (1997), el profesor segmenta la tarea en partes cada vez más pequeñas reduciendo su complejidad, proporcionando las respuestas a través de sus preguntas y por lo tanto los estudiantes no alcanzan el conocimiento que se pretendía inicialmente.

El segundo grupo de ajustes a nivel meso lo denominé como estrategias que implican la ayuda directa por parte del profesor. Las estrategias que ambos casos tienen en común dentro de esta categoría son: modelación de ejemplos en el pizarrón, retroalimentación verbal sobre errores individuales a todo el grupo, retroalimentación verbal a pequeños grupos de trabajo y la propuesta de apoyos externos. Para la modelación al frente en el pizarrón, ambos profesores la realizan mediante un diálogo que entablan con los estudiantes, en el cual van planteando preguntas y ellos responden, lo que de alguna forma los involucra en el proceso.

En cuanto a la retroalimentación que proporcionan en la interacción con los estudiantes, ambos profesores identifican errores que cometen determinados estudiantes, los cuales incorporan al discurso del aula y aprovechan la oportunidad para brindar retroalimentación verbal a todo el grupo. Los profesores de primaria en el estudio de Oláh et al. (2010) también utilizan esta estrategia como parte de la evaluación formativa que realizan, la cual aplican cuando consideran que el error es tan frecuente que la retroalimentación puede beneficiar a más estudiantes que lo presenten.

Otra modalidad de retroalimentación que utilizaron la profesora Paula y el profesor Braulio es en pequeños grupos de trabajo. Este tipo de retroalimentación ocurre de manera espontánea y

natural en el desarrollo de la actividad conjunta, y de manera particular cuando destinan SAC en específico para retroalimentar o cuando proporcionan tiempo para trabajo independiente y en equipo. De esta manera, los estudiantes se acercan con el profesor para preguntar sus dudas y el profesor les apoya revisando con detalle sus soluciones, brindándoles diferentes tipos de sugerencias, haciéndoles preguntas, corrigiéndoles los errores en sus procedimientos, entre otros. Los profesores de la investigación de Oláh et al. (2010) utilizan este tipo de estrategia cuando consideran que los errores son muy específicos y no tan comunes entre los estudiantes del grupo.

Con respecto a la propuesta de apoyos externos, ambos profesores los sugieren en dos circunstancias diferentes. La primera es cuando consideran que ya no es pertinente dar seguimiento a las dificultades mostradas por algunos estudiantes en clase, debido a que los retrasaría o los desviaría de los propósitos que necesitan alcanzar con todo el grupo para la sesión. En algunas ocasiones, estos estudiantes son los que más dificultades presentan de todo el grupo y los que generalmente están etiquetados como de bajo desempeño; las dificultades que llegan a presentar son consideradas por los profesores tan severas, que determinan que no pueden retroceder tanto con el grupo y optan por solicitar a estos estudiantes que se presenten a asesoría para trabajar uno a uno.

La segunda ocurre cuando el tipo y cantidad de dificultades mostradas por los estudiantes supera sus expectativas, sobre todo cuando hacen una exploración de los aprendizajes previos de los estudiantes al inicio de la secuencia didáctica. Para ello, ambos profesores sugieren por ejemplo que los estudiantes realicen lecturas en el libro de texto, que consulten los apuntes del ciclo escolar previo, que realicen tareas especiales, para las cuales tienen que resolver una batería de ejercicios relacionados con los temas que serán evaluados en el examen parcial o sugieren a determinados estudiantes que acudan a asesoría fuera del horario de clase.

Al considerar las circunstancias en que los profesores proponen apoyos externos, considero que estos representan una forma de trasladar a los estudiantes la responsabilidad de resarcir sus dudas y dificultades. Generalmente, proponen estos apoyos en el SAC de cierre de sesión o en el SAC Conversación Post-clase, donde simplemente los sugieren sin ningún tipo de especificación u orientación sobre qué tipo de acciones realizar con la información que obtengan, por ejemplo, a partir de las lecturas. Este tipo de propuestas pueden ser una evidencia del tipo de dificultades a las que se enfrentan los docentes para proponer acciones que satisfagan las necesidades de aprendizaje de sus estudiantes, como lo sugieren diversas investigaciones (Heritage et al., 2009; Oláh et al., 2010; Wylie y Lyon, 2015).

En esta misma categoría de ajustes a nivel meso, el profesor Braulio implementa con frecuencia dos estrategias que no observé de manera particular con la profesora Paula. En primer lugar, utiliza problemas similares para ayudar a los estudiantes a comprender las situaciones planteadas en los problemas que propone en clase. Esta es una heurística sugerida por Polya (2011) en su tan famoso

libro. De acuerdo con este autor, la consideración de un problema análogo, para el cual conocemos ya la solución, es una ayuda durante la resolución de problemas, ya que influye sobre la concepción que tenemos del problema actual; al tratar de establecer la relación entre ambos, lleva a introducir elementos auxiliares y apropiados del problema ya resuelto en el problema por resolver, lo que permite mejorar su comprensión.

El profesor Braulio también lleva a cabo un seguimiento a estudiantes en específico, lo que contrasta con el enfoque observado en la práctica de la profesora Paula. Esto podría estar relacionado con el nivel educativo donde trabajan ambos, ya que en la universidad se considera a los estudiantes más autónomos. Los estudiantes que reciben esta atención por parte del profesor Braulio son aquellos que presentan más dificultades en la asignatura, por lo que esta acción puede estar relacionada con las atribuciones asociadas a la habilidad de los estudiantes o a su esfuerzo. Si bien hay un interés genuino por parte del profesor para ayudarlos y que no se queden atrás, el tipo de seguimiento que les da puede comunicarles sus atribuciones y, por lo tanto, los estudiantes tienen que lidiar con las consecuencias amenazantes del estereotipo, que de acuerdo con Reyna (2000), son las bajas expectativas y una falta de esperanza, lo cual a su vez tiene como consecuencia una baja motivación y una pérdida de interés en las actividades. De esta manera, este tipo de seguimiento puede provocar un ciclo vicioso.

Finalmente, como parte de las estrategias grupales que implementan a un nivel macro, los dos profesores utilizan el apoyo entre pares, donde generalmente solicitan a un estudiante de buen desempeño en la asignatura que apoye a un estudiante que presenta dificultades para comprender o para resolver un problema. La profesora Paula mencionó en una de las entrevistas que utiliza este tipo de estrategia, porque su forma de explicar puede no ser útil para los estudiantes y que es más probable que se entiendan entre compañeros, ya que utilizan el mismo tipo de lenguaje. Este es un argumento similar a lo reportado por los profesores en el estudio de Oláh et al.(2010), autores que también aseguran que esta es una estrategia utilizada de manera frecuente por los profesores, sobre todo cuando tienen recursos limitados.

El apoyo entre pares puede ser útil y resolver las dificultades de los estudiantes en la inmediatez. Sin embargo, en esta estrategia los profesores generalmente seleccionan a los “mejores” estudiantes para explicar a los que menos pueden, hecho que puede resultar contraproducente a mediano o largo plazo, debido a la información que comunica a los estudiantes. Por ejemplo, Wang y Hall (2018) reportan que las señales que mandan los docentes sobre sus atribuciones causales –su comunicación verbal, sus expresiones emocionales o sus gestos– impactan en las percepciones de los estudiantes sobre sus compañeros, en donde los llegan a percibir más inteligentes o incluso llegan a mostrar una mayor preferencia para trabajar con ellos como compañeros de estudio.

De manera adicional, dentro de este grupo de estrategias grupales, el profesor Braulio utiliza la coevaluación de tareas. Si bien la coevaluación es una estrategia asociada a la evaluación formativa,

donde los estudiantes se activan como recursos de enseñanza entre ellos (William y Leahy, 2007), el profesor Braulio traslada sus propios marcos interpretativos para este tipo de actividades. De manera particular, él solicita a los estudiantes que califiquen las respuestas de sus compañeros como correctas o incorrectas, que es el tipo de interpretación de opuestos que se mencionó previamente. Esta manera de interpretar los resultados puede no ser de utilidad para los estudiantes para mejorar su aprendizaje, puesto que solamente se quedan en el conteo de las respuestas correctas o incorrectas y no analizan con el profesor las razones por las cuales esto ocurre.

En cuanto al nivel micro del discurso en el aula, se presentó una alta prevalencia de ciclos ESRU incompletos en las interacciones de los profesores Braulio y Paula, con proporciones que oscilaron entre el 74% y el 90% en diferentes sesiones. Este patrón está alineado con lo reportado por Park et al. (2020), quienes identificaron en su investigación que los profesores en formación tienden a emplear preguntas cerradas y estrategias de bajo soporte para guiar a los estudiantes hacia respuestas rápidas y correctas. Al igual que en los casos de los profesores Braulio y Paula, los ciclos incompletos observados en el estudio de Park et al. reflejan un enfoque centrado en obtener hechos o procedimientos, lo cual limita las oportunidades para el desarrollo de un razonamiento más profundo por parte de los estudiantes.

El enfoque del profesor Braulio, caracterizado por preguntas de sí/no y una orientación hacia la corrección inmediata de errores, parece alinearse con lo que Park et al. (2020) describen como un rol pasivo del estudiante en la interacción. En su investigación, los estudiantes tienden a ser meros receptores de las preguntas del docente, con pocas oportunidades para cuestionar, reflexionar o justificar sus respuestas. De manera similar, en las sesiones observadas del profesor Braulio y de la profesora Paula, los estudiantes mostraron un rol limitado, donde su participación se centraba principalmente en la producción de respuestas correctas o en la corrección inmediata de sus errores, sin un espacio significativo para la exploración o justificación de sus ideas.

Este patrón es consistente con lo que Ruiz-Primo y Furtak (2007) señalan sobre los ciclos incompletos de evaluación, que suelen estar orientados hacia la obtención rápida de una respuesta correcta en lugar de profundizar en el razonamiento subyacente del estudiante. En este sentido, ambos profesores, aunque con intenciones de diagnóstico y corrección, terminan limitando el potencial de aprendizaje más reflexivo y conceptual en sus estudiantes. La tendencia a utilizar preguntas de bajo valor para el razonamiento, identificada en ambos profesores, coinciden con los hallazgos de Park et al. (2020) y Lehesvuori et al. (2022), quienes encontraron que este tipo de interacciones limitadas reducen las oportunidades de generar una enseñanza dialógica, que es clave para construir el conocimiento de manera más profunda.

En ambos casos, emergió la estrategia de canalización. En su primera sesión, la profesora Paula utilizó preguntas sugerentes y proporcionó respuestas correctas para guiar a los estudiantes hacia la construcción simbólica adecuada, lo que generó un efecto de canalización (*funneling*), limitando

el potencial del diálogo. Según Ellis et al. (2019), esta estrategia de bajo soporte guía a los estudiantes por un camino predeterminado, reduciendo la riqueza de la interacción y evitando que los estudiantes exploren los conceptos por sí mismos. Este efecto se presentó de igual manera con el profesor Braulio, especialmente en los ciclos incompletos, donde las respuestas eran rápidamente corregidas o validadas, sin permitir que los estudiantes reflexionaran sobre sus errores. Si bien ambos profesores buscaban apoyar a sus estudiantes, estas estrategias terminaron limitando el desarrollo de un aprendizaje más profundo, algo que el marco de la evaluación formativa informal (EFI) intenta promover.

Lehesvuori et al. (2022) argumentan que la evaluación formativa informal y la dialogicidad están intrínsecamente relacionadas, ya que los movimientos de evaluación que reconocen y utilizan las ideas de los estudiantes permiten interacciones más extensas y colectivas. Sin embargo, en el caso del profesor Braulio y la profesora Paula, el uso limitado de movimientos de reconocimiento y uso de las respuestas de los estudiantes refleja un tipo de diálogo centrado en la corrección y la obtención de respuestas correctas. Esta canalización de las respuestas hacia una estructura predefinida, que Lehesvuori et al. describen como un enfoque autoritario, reduce la riqueza del diálogo en el aula y restringe la posibilidad de que los estudiantes exploren sus ideas de manera más autónoma.

Por otro lado, si bien la profesora Paula utilizó en algunas ocasiones estrategias de *re-voicing* y re-representación, que según Wells (2004) pueden promover una enseñanza más dialógica e interactiva, su tendencia a canalizar las respuestas hacia la obtención de resultados correctos —que se presentó en la primera sesión con un 27% de preguntas sugerentes— limita el potencial del diálogo en el aula. Esta canalización, también reportada en el estudio de Park et al. (2020) y Lehesvuori et al. (2022), reduce la riqueza de la interacción al dirigir a los estudiantes por un camino predeterminado, lo que disminuye la posibilidad de que exploren sus propios conceptos y justifiquen sus respuestas.

La evaluación formativa informal es un proceso continuo de conversación en el que el profesor no solo obtiene información, sino que la utiliza para guiar a los estudiantes mediante una retroalimentación interactiva y dialógica. En esta investigación, se presentaron intentos de implementar este tipo de evaluación; sin embargo, se identificaron limitaciones en la concreción de ciclos ESRU completos y en el desarrollo y profundización del razonamiento de los estudiantes.

A un nivel micro del discurso en el aula, este análisis intercaso sobre las prácticas de evaluación formativa informal de los profesores Braulio y Paula muestra cómo ambos profesores adoptaron enfoques que, aunque alineados con la evaluación formativa en términos de obtener información sobre el aprendizaje, presentaron limitaciones en la extensión del razonamiento de los estudiantes. Si bien la profesora Paula mostró un enfoque más dialógico y orientado a la reflexión en algunas

ocasiones, ambos profesores tendieron a emplear estrategias de bajo soporte, lo que redujo el impacto de sus interacciones en el desarrollo del pensamiento matemático de sus estudiantes.

En resumen, los ajustes y acciones durante la evaluación formativa informal en los casos de los profesores Braulio y Paula muestran la complejidad de este proceso en la práctica educativa. Ambos profesores hicieron ajustes en función de las necesidades de sus estudiantes, desde la modificación de actividades hasta la retroalimentación individual y grupal, pero a menudo recurrieron a estrategias de bajo soporte, como la canalización, que limitaron el potencial de sus interacciones para fomentar un aprendizaje más profundo y reflexivo. Aunque la profesora Paula mostró mayor flexibilidad en la adaptación de metas y enfoques en comparación con el profesor Braulio, ambos enfrentaron dificultades para trascender un enfoque centrado en la corrección de errores y la obtención de respuestas correctas. Estas prácticas, si bien alineadas con los principios básicos de la evaluación formativa, revelan la falta de un mayor desarrollo en el uso de estrategias que promuevan una mejor respuesta por parte del profesor para impulsar el razonamiento matemático y la comprensión conceptual a largo plazo.

Capítulo V. Conclusiones

Con el presente trabajo pretendí contribuir al acervo de investigaciones sobre la evaluación formativa en la asignatura de matemáticas y, de manera más específica, sobre las prácticas docentes relacionadas con la evaluación formativa que llevan a cabo los profesores de matemáticas en el desarrollo de la actividad conjunta en el aula con sus estudiantes. Para ello, propuse la siguiente pregunta general de investigación: ¿Qué características distintivas tienen las prácticas docentes de evaluación formativa informal de profesores de matemáticas? Las preguntas específicas fueron las siguientes:

1. ¿Qué acciones lleva a cabo el profesor para clarificar y compartir las metas y expectativas de aprendizaje con los estudiantes?
2. ¿Qué tipo de evidencias de aprendizaje en matemáticas atiende el profesor y qué medios utiliza para ello?
3. ¿Cómo interpreta la evidencia sobre el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes en el desarrollo de la actividad conjunta de la secuencia didáctica?
4. ¿Qué tipo de ajustes realiza el profesor para encaminar a los estudiantes hacia las metas de aprendizaje?

A través de la primera pregunta de investigación, busqué identificar las acciones que llevaron a cabo los profesores de este estudio para clarificar y compartir con los estudiantes las metas y expectativas de aprendizaje. Los hallazgos muestran que tanto la profesora Paula como el profesor Braulio emplearon diferentes estrategias para comunicar estas metas en sus clases, cada uno con enfoques diferenciados que influyeron en el nivel de comprensión y participación de los estudiantes.

En la definición de metas de aprendizaje, ambos profesores establecieron metas globales para las secuencias didácticas. Sin embargo, la manera en que estas se desarrollaron y ajustaron varió significativamente entre los dos casos. El profesor Braulio planeó de manera anticipada las metas, estructurándolas con base en progresiones de complejidad, mientras que la profesora Paula adaptó sus metas de manera más reactiva durante las interacciones con los estudiantes, respondiendo a las dificultades que surgieron en cada sesión. Esta diferencia en la planeación refleja enfoques distintos en la evaluación formativa informal: mientras que Braulio mantuvo un enfoque más estructurado y predecible, Paula mostró mayor flexibilidad, ajustando las metas según las necesidades emergentes de los estudiantes.

En cuanto a los criterios de éxito, ambos profesores presentaron criterios generales, centrados en la resolución de problemas y la obtención de respuestas correctas. Este enfoque procedimental puede restringir la comprensión profunda de los estudiantes, ya que no considera otros aspectos

clave del razonamiento matemático. La falta de alineación entre los criterios de éxito y las metas de aprendizaje sugiere que, aunque los profesores tenían metas definidas, no lograron especificar adecuadamente qué indicadores evidenciarían el progreso de los estudiantes.

Respecto a la comunicación de metas de aprendizaje, el profesor Braulio fue más consistente al inicio de cada sesión y en distintos momentos a lo largo de la secuencia didáctica. Utilizó diversas vías para comunicar las metas, incluyendo el dictado en la libreta, la presentación verbal y escrita, y promovió autoevaluaciones breves al final de las sesiones. Por el contrario, la profesora Paula comunicaba en ciertas ocasiones las metas de aprendizaje al inicio de la sesión, lo que pudo generar confusión en los estudiantes sobre el propósito de las actividades.

En síntesis, tanto la profesora Paula como el profesor Braulio implementaron estrategias distintas para clarificar y compartir metas, lo cual derivó en diferentes niveles de participación y comprensión entre los estudiantes. Mientras que la profesora Paula adoptó un enfoque más flexible y responsivo, ajustando las metas durante el proceso, el profesor Braulio mantuvo un enfoque estructurado y planificado, promoviendo una comunicación más sistemática de las metas. Sin embargo, la limitada especificidad de los criterios de éxito en ambos casos apunta a la necesidad de alinear estos criterios con las metas de aprendizaje para fomentar un entendimiento más profundo del razonamiento matemático y del progreso de los estudiantes.

La segunda pregunta de investigación exploró las evidencias de aprendizaje en matemáticas que los profesores atienden y los medios que utilizan para recolectar esta información. Los datos revelaron que ambos docentes emplearon diversas estrategias en clase, siendo la más común el cuestionamiento directo. El profesor Braulio complementó el cuestionamiento con el uso de herramientas tecnológicas, la revisión en el lugar de trabajo de los estudiantes y un esquema jerárquico colaborativo, lo cual le permitió recopilar información en tiempo real.

Por su parte, la profesora Paula utilizó el cuestionamiento directo y la resolución de ejercicios en el pizarrón para observar estrategias y errores, mientras que su *feeling* docente le permitió una evaluación más general e intuitiva, característica de la evaluación formativa más subjetiva. Estos casos ilustran cómo las actividades en el aula, más allá de su función pedagógica, son fuentes clave para la recolección de evidencia sobre el aprendizaje de los estudiantes.

En cuanto a los tipos de evidencia atendidos, tanto la profesora Paula como el profesor Braulio enfocaron su atención en las respuestas correctas e incorrectas de los estudiantes, así como en sus procedimientos para resolver problemas matemáticos. Sin embargo, el enfoque y el tipo de tareas que propusieron revelan diferencias clave en cómo cada profesor recolectaba y respondía a estas evidencias. El profesor Braulio priorizó tareas más procedimentales y convencionales, enfocadas en la aplicación de fórmulas y la obtención de respuestas correctas. La profesora Paula, en cambio, diseñó tareas más abiertas y exploratorias, lo que le permitió prestar atención a la creatividad y al razonamiento matemático de los estudiantes.

Ambos profesores atendieron errores conceptuales en los conocimientos previos de los estudiantes, lo que les permitió ajustar su enseñanza en función de las dificultades observadas. Sin embargo, las tareas exploratorias de la profesora Paula le brindaron más oportunidades para observar una mayor diversidad de estrategias e ideas, en comparación con las tareas más acotadas y procedimentales del profesor Braulio.

Además de las evidencias puramente matemáticas, ambos profesores prestaron atención a elementos como el estado emocional de los estudiantes, su nivel de participación, y su orientación hacia la tarea. Estos factores influyeron en la forma en que los profesores interpretaron el aprendizaje de los estudiantes y en las decisiones pedagógicas que tomaron.

En respuesta a la segunda pregunta de investigación, puedo concluir que tanto Paula como Braulio recolectaron evidencias de aprendizaje a través de diversas estrategias, con el cuestionamiento directo como práctica común. Sin embargo, sus enfoques tuvieron diferencias en términos de atención selectiva: Braulio centró su observación en la corrección de respuestas y la aplicación de procedimientos estandarizados, prestando mayor atención a la precisión en el uso de fórmulas y hechos matemáticos. Por su parte, Paula mostró una atención más selectiva hacia el razonamiento matemático, enfocándose en la fluidez del lenguaje formal y en la creatividad de las soluciones propuestas por los estudiantes. Esta atención selectiva, más procedimental en Braulio y más conceptual en Paula, influyó en la calidad del aprendizaje observado, resaltando la importancia de una evaluación formativa que contemple tanto la corrección como la profundidad del razonamiento para una comprensión matemática más robusta.

La tercera pregunta de investigación se centró en cómo los profesores de matemáticas interpretan la evidencia sobre el aprendizaje de sus estudiantes durante el desarrollo de la actividad conjunta en el aula. A partir de este análisis, puedo decir que los marcos interpretativos y las formas de razonamiento de los profesores están influenciados de manera importante por la evidencia que identifican en el aula y por los medios que utilizan para recolectarla.

Para llevar a cabo los procesos interpretativos, ambos profesores emplearon marcos para dar sentido a las evidencias que atendían en clase. Entre los marcos más comunes que comparten ambos profesores se encuentran la anomalía, el afectivo y el de ausencia. Estos marcos les permitieron identificar lo que estaba "mal" o "faltaba" en las respuestas de los estudiantes, así como incorporar sus emociones al proceso de interpretación.

La profesora Paula recurrió al marco de toma de perspectiva, lo cual, junto con el uso de la empatía epistémica, le permitió comprender las respuestas de los estudiantes desde su propio punto de vista, identificando no solo el contenido de sus ideas, sino también las experiencias emocionales y cognitivas que subyacen en ellas. Esta capacidad de conectar con el razonamiento de los estudiantes y valorar sus ideas innovadoras fomentó indicios de una enseñanza más responsiva e inclusiva, en la que la profesora Paula ajustaba su enfoque con base en la comprensión de sus

estudiantes. Por otro lado, el profesor Braulio adoptó con mayor frecuencia el marco de alternativas, explorando diferentes hipótesis sobre las dinámicas del aula para justificar sus decisiones pedagógicas. Este enfoque le permitió estructurar una enseñanza más predecible, centrada en la precisión de los procedimientos y en la verificación de respuestas correctas, asegurando un control más riguroso de la secuencia didáctica y de la evidencia recolectada.

Ambos profesores desarrollaron formas de razonamiento que, en algunos casos, compartían similitudes. Un ejemplo destacado es el uso de atribuciones para explicar las dificultades o éxitos de los estudiantes. La profesora Paula y el profesor Braulio atribuían errores y dificultades a docentes anteriores, al esfuerzo de los estudiantes o a sus habilidades percibidas. Estas atribuciones guiaban sus expectativas y acciones en el aula. En particular, ambos tenían estereotipos acerca de los estudiantes, clasificándolos en grupos según su desempeño percibido, lo que influía en las oportunidades y el tipo de apoyo que les ofrecían.

Mientras que el profesor Braulio tendía a interpretar las respuestas de los estudiantes a través de una estructura binaria de correcto/incorrecto, que consideré como un razonamiento de opuestos, la profesora Paula era más abierta a explorar soluciones alternativas y diferentes formas de razonar. Esto refleja su inclinación por una evaluación formativa más orientada hacia la comprensión profunda y no solo al cumplimiento de procedimientos formales.

Las emociones jugaron un papel central en la interpretación que los profesores hacían de las evidencias. Las emociones de Paula fluctuaban más que las de Braulio, mostrando un rango que incluía gusto, sorpresa, frustración y enojo. Estas emociones influían en cómo respondía a las intervenciones de los estudiantes, a menudo castigando de manera indirecta a los estudiantes de alto desempeño que no lograban cumplir con sus expectativas, lo cual resultaba en menor apoyo o ayuda. Por su parte, Braulio mostró emociones más consistentes, como compasión hacia los estudiantes que percibía como menos capaces. Esto se reflejó en una menor exigencia hacia estos estudiantes y en la permisividad de respuestas de baja demanda cognitiva, limitando así las oportunidades para un aprendizaje más profundo.

Los marcos interpretativos y las formas de razonamiento utilizadas por los profesores se tradujeron directamente en las acciones que realizaban en el aula. La profesora Paula, al emplear un enfoque más responsivo y abierto a las ideas innovadoras, estaba dispuesta a explorar con mayor profundidad el razonamiento de los estudiantes. Sin embargo, cuando no lograba comprender las respuestas de los estudiantes, su atención recaía en las atribuciones, ya fuera hacia docentes anteriores o hacia las habilidades o el esfuerzo de los estudiantes. Braulio, en cambio, mantuvo un enfoque más procedimental y cerrado, en el que las respuestas correctas o incorrectas determinaban la validez del aprendizaje. Este enfoque se alineaba con su visión de las matemáticas como una disciplina formal con reglas definidas y un camino único hacia la solución de problemas. Esto también explica por qué tendía a prestar menos atención a las respuestas alternativas o al

razonamiento divergente, concentrándose principalmente en las respuestas de los estudiantes más competentes.

A partir de estos resultados, considero que en la interpretación que realizan los profesores durante la evaluación formativa informal predominan tres grandes orientaciones para llevarla a cabo, que abarcan determinadas formas de razonamiento y determinados marcos interpretativos. La primera de ellas, que incluye principalmente al marco interpretativo de comparación, consiste en que, independientemente del tipo de información que obtengan sobre el pensamiento matemático de los estudiantes o sobre sus respuestas durante la resolución de problemas, ambos profesores cotejan dichas ideas con una matemática correcta y fija, centrada en definiciones, terminología y procedimientos, lo que los lleva a identificar, buscar, atender y corregir errores de los estudiantes durante la interacción.

Una segunda orientación, que ambos casos también comparten, está determinada por los estereotipos asociados a la habilidad y al esfuerzo que los profesores se han formado de sus estudiantes, como consecuencia de la convivencia en el día a día con ellos en el aula. Estos estereotipos vinculan marcos interpretativos de anomalía, de afecto y de relaciones causales, cuya interrelación se puede explicar con elementos de la teoría de la atribución. El marco de anomalía se hace presente cuando un estudiante lleva a cabo acciones o muestra cierta evidencia de aprendizaje, que son diferentes de las expectativas que tiene el profesor sobre ese estudiante en particular. Estas expectativas, a su vez, están asociadas a estereotipos sobre el nivel de habilidad y al nivel de esfuerzo del estudiante. Cuando la información percibida en la interacción se desvía de las expectativas del profesor, desencadena explicaciones causales, que toman la forma de atribuciones, y reacciones de tipo afectivo. Es decir, el profesor tiende a explicar las dificultades en el aprendizaje de sus estudiantes a partir de su percepción sobre características internas y estables de ellos, en algunas ocasiones no controlables por ellos como su nivel de habilidad, y en otras sí controlables, como su dedicación y esfuerzo en la materia.

La tercera orientación la presentó particularmente el profesor Braulio y tiene que ver con un conjunto de marcos interpretativos y formas de razonamiento relacionadas con las evaluaciones estandarizadas: razonamiento estadístico, interpretación de opuestos y referencia a requerimientos futuros. De esta manera, el profesor toma decisiones sobre los ajustes en el desarrollo de la clase y las ayudas que proporciona, dependiendo de la cantidad de estudiantes que él considera que tienen los resultados correctos y también dependiendo si el contenido es prioritario para los exámenes estandarizados que los estudiantes presentan al finalizar el grado escolar y para el ingreso al bachillerato.

En respuesta a la tercera pregunta de investigación, los resultados muestran que los profesores de matemáticas en esta investigación interpretan la evidencia del aprendizaje utilizando marcos y formas de razonamiento influenciados por la naturaleza de la evidencia recolectada y los medios

de recolección empleados. Paula utilizó un marco más abierto y responsivo, caracterizado por la empatía epistémica y una toma de perspectiva que le permitió explorar ideas innovadoras y comprender las experiencias emocionales de los estudiantes. En cambio, Braulio se apoyó en un enfoque más procedimental, basado en la comparación de respuestas correctas e incorrectas. Ambos docentes, sin embargo, compartieron orientaciones similares en la interpretación de evidencias, como la comparación con una matemática fija y la influencia de estereotipos sobre la habilidad y el esfuerzo de los estudiantes. Estos hallazgos sugieren que la interpretación de la evidencia en la evaluación formativa está profundamente ligada a las expectativas y creencias de los profesores, lo que afecta sus decisiones pedagógicas y la calidad de las oportunidades de aprendizaje que ofrecen en el aula. Al finalizar la respuesta a la cuarta pregunta de investigación, abordaré las implicaciones más amplias para la práctica docente y el desarrollo profesional.

La cuarta pregunta de investigación se centró en categorizar los ajustes que los profesores realizan durante la evaluación formativa informal para ayudar a los estudiantes a alcanzar las metas de aprendizaje.

Ambos profesores realizaron ajustes en el nivel macro, principalmente relacionados con la modificación de la planeación y la estructura de las secuencias didácticas. Ambos mencionaron "ir al ritmo de ellos" para justificar la postergación de actividades o la redefinición de metas diarias, en respuesta a las dificultades de los estudiantes. Esta flexibilidad refleja un enfoque adaptativo en la enseñanza, donde el progreso de los estudiantes influye directamente en la organización de las actividades. Sin embargo, la profesora Paula mostró una mayor flexibilidad al modificar metas de aprendizaje diarias y ajustar el enfoque de las actividades según las dificultades detectadas en el aula. Esto contrasta con lo realizado por el profesor Braulio, quien tendía a apearse más estrictamente a su planeación original, lo que limitaba su capacidad de adaptación inmediata a las necesidades emergentes de los estudiantes.

En este nivel, ambos profesores emplearon estrategias grupales, como el apoyo entre pares, donde estudiantes de mejor desempeño ayudaban a aquellos con más dificultades. Aunque esta estrategia puede ser efectiva en el corto plazo, puede enviar señales que refuerzan los estereotipos sobre la habilidad de los estudiantes, lo que afecta las percepciones de sus compañeros y la autoimagen de los estudiantes con menor rendimiento. Braulio también implementó la coevaluación de tareas, pero lo hizo desde un marco interpretativo basado en la evaluación de respuestas correctas o incorrectas.

En el nivel meso, ambos profesores realizaron ajustes a las tareas matemáticas y ofrecieron ayuda directa a los estudiantes. Uno de los ajustes más comunes fue la calibración de ejercicios, donde Paula incrementaba la frecuencia de problemas relacionados con temas en los que los estudiantes presentaban dificultades. Braulio, por su parte, ajustaba el contexto o la complejidad de los problemas, adaptándolos a la realidad de los estudiantes o disminuyendo su demanda

cognitiva para facilitar la resolución. Con ambos profesores se presentó el efecto Topaze, donde los profesores simplifican excesivamente las tareas al proporcionar pistas o fragmentar los problemas en partes muy pequeñas.

Otra forma de ayuda directa que ambos profesores emplearon fue la retroalimentación verbal tanto a nivel grupal como en equipos. Esta retroalimentación, aunque valiosa, tendió a centrarse en la corrección de errores de procedimiento. Además, ambos profesores propusieron apoyos externos, como asesorías o lecturas adicionales, para aquellos estudiantes con mayores dificultades, trasladando en parte la responsabilidad del aprendizaje hacia los propios estudiantes.

En el nivel micro, tanto el profesor Braulio como la profesora Paula mostraron una mayor proporción de ciclos ESRU incompletos, lo que limitó las oportunidades de extender el razonamiento de los estudiantes. Como expliqué en el marco teórico, los ciclos ESRU son conversaciones de evaluación que constan de cuatro momentos: el profesor obtiene información (E); el estudiante responde (S); el profesor reconoce la intervención del estudiante (R); y el profesor utiliza la información recolectada para ayudar a los estudiantes a avanzar en su aprendizaje (U). Los ciclos incompletos se caracterizaron por un enfoque en obtener respuestas correctas o incorrectas, sin explorar en profundidad el proceso de pensamiento subyacente. Esto resultó en una estructura de diálogo triádico –I (intervención) –R (respuesta) –E (evaluación)–, que reduce la interacción dialógica y limita el desarrollo del razonamiento matemático.

Ambos profesores utilizaron estrategias de bajo soporte para la obtención de información, como preguntas sugerentes o de tipo sí/no, que no promovían un razonamiento más profundo en los estudiantes. La profesora Paula, sin embargo, mostró una mayor tendencia a utilizar estrategias como *re-voicing* y re-representación, lo que sugiere una enseñanza más dialógica y centrada en las ideas de los estudiantes. El profesor Braulio, por otro lado, se centró más en validar o corregir rápidamente las respuestas.

Los ajustes realizados por ambos profesores, aunque efectivos en algunos casos, estuvieron centrados principalmente en corregir errores procedimentales y en simplificar tareas para que los estudiantes pudieran alcanzar la respuesta correcta. Los ciclos ESRU incompletos y las preguntas de bajo soporte sugieren que los profesores podrían beneficiarse de estrategias que promuevan una evaluación más dialógica y reflexiva, centrada en el razonamiento de los estudiantes.

En respuesta a la cuarta pregunta de investigación, los resultados muestran que los ajustes realizados por la profesora Paula y por el profesor Braulio durante la evaluación formativa informal se distribuyeron en los niveles macro, meso y micro de la actividad conjunta. En el nivel macro, ambos mostraron una flexibilidad adaptativa en la planeación, aunque la profesora Paula demostró una mayor disposición para modificar metas y actividades según las dificultades detectadas en el aula, en contraste con el enfoque más rígido del profesor Braulio. En el nivel meso, los ajustes a las tareas y la retroalimentación directa se centraron en corregir errores y simplificar problemas.

Finalmente, en el nivel micro, se presentó una tendencia para llevar a cabo ciclos incompletos con movimientos de bajo soporte para el pensamiento matemático de los estudiantes.

De manera general y para responder al objetivo general de esta investigación, puedo decir lo siguiente sobre las prácticas de evaluación formativa informal de los dos profesores de matemáticas de esta investigación:

Los dos casos analizados a profundidad evidencian prácticas y estrategias asociadas a cada momento del ciclo de la evaluación formativa informal. En ambos casos, estas las llevan a cabo de manera intencional y consciente con la finalidad de ayudar a sus estudiantes a alcanzar las diferentes metas de aprendizaje propuestas para cada sesión de la secuencia didáctica. Cada profesor despliega prácticas específicas en cada uno de los niveles de la actividad conjunta en el aula.

A partir del análisis macro, los ciclos de evaluación formativa informal son más frecuentes al inicio de la secuencia didáctica y, conforme transcurren las sesiones, estos van disminuyendo. De esta manera, al inicio y durante las actividades de diagnóstico de aprendizajes previos los profesores presentan la mayor cantidad de ciclos y prácticas posibles. Cuando empiezan a identificar y atender dificultades relacionadas con conocimientos “básicos” de los estudiantes, realizan ajustes en las metas de aprendizaje y en las actividades que tenían planeadas para las primeras sesiones, los cuales implican la postergación de estas o un cambio en el enfoque con la finalidad de volver a empezar. Sin embargo, al dedicarle más tiempo a este tipo de ajustes y debido a que tienen que cumplir con un temario o con una planeación, las actividades orientadas hacia las metas de aprendizaje propias de la secuencia didáctica las realizan de manera más rápida, por lo que ya no dedican tiempo para una evaluación formativa informal y se observa entonces que en las últimas sesiones se desconectan del avance, comprensión y dificultades que presentan sus estudiantes en el desarrollo de nuevos aprendizajes. Esto significa entonces que la evaluación formativa informal que llevan a cabo los profesores en esta investigación es más remedial que prospectiva.

En los ajustes que llevan a cabo los profesores a un nivel meso, subyace una lógica de repetición, así como una lógica de instrucción directa, donde generalmente recurren a acciones orientadas hacia un “te muestro cómo se hace”. Estas dos lógicas se hacen evidentes en ajustes tales como incrementar la frecuencia de ejercicios que abordan temas con mayor dificultad, dejar tareas especiales, corregir tareas o ejercicios, sugerir asesorías fuera del horario de clase, solicitar a estudiantes más destacados que expliquen a los compañeros con mayor dificultad, modelar un ejercicio al frente, entre otros. Si bien estos ajustes son una respuesta del docente ante las dificultades de los estudiantes con una intención genuina de ayudarles, difícilmente presentan enfoques o acciones diferentes que contribuyan a una reorganización de los contenidos que impliquen una reorganización de las comprensiones de los estudiantes.

A un nivel micro del discurso en el aula, las prácticas de evaluación formativa informal durante las conversaciones de evaluación son poco frecuentes y además aparecen en determinados tipos de segmentos de actividad conjunta. En los segmentos de actividad conjunta (SAC) analizados, a lo más una cuarta parte de los ciclos fueron completos, por lo que predominan diálogos triádicos. Los ciclos completos son más frecuentes cuando los profesores sondean conceptos o aprendizajes previos, donde analizan y modelan problemas al frente o cuando guían a los estudiantes que pasan al pizarrón durante la resolución de problemas.

Los movimientos discursivos que utilizaron ambos profesores en los ciclos a un nivel micro son en su mayor parte de bajo soporte para el pensamiento matemático de los estudiantes y existe poca variedad en aquellos que tienen la finalidad de ayudar a avanzar a los estudiantes en su aprendizaje. El movimiento que se utilizó con más frecuencia fue la solicitud de una justificación matemática, el cual está relacionado con procesos de validación, que son propios del pensamiento matemático. Los profesores solicitan de manera frecuente a los estudiantes que expliquen el porqué de sus respuestas, de sus procedimientos, o de la solución de algún problema. Como parte de las características de las conversaciones de evaluación de los profesores de esta investigación, el discurso durante la evaluación formativa informal está centrado en el profesor y las intervenciones de los estudiantes son breves, con pocas oportunidades para explicar de una manera más extendida sus razonamientos.

Ambos profesores comparten estereotipos basados en la habilidad y el esfuerzo de los estudiantes, los cuales influyen en cómo interpretan la evidencia de aprendizaje. Estos estereotipos activan marcos interpretativos como la anomalía, el afecto y las relaciones causales, que se pueden entender a través de la teoría de la atribución. Cuando un estudiante muestra una acción que difiere de las expectativas del profesor, basado en estos estereotipos, se generan explicaciones causales que atribuyen las dificultades del estudiante a características internas como la habilidad o el esfuerzo, y esto desencadena reacciones afectivas que guían la respuesta del docente. Además, los estereotipos no solo afectan la interpretación de la evidencia, sino que también influyen en la asignación de oportunidades de participación. Los estudiantes a quienes se les atribuye mayor habilidad o esfuerzo tienden a recibir más interacciones con los docentes, mientras que aquellos que fueron percibidos con menor capacidad recibieron menos apoyo o una retroalimentación más superficial.

Los aprendizajes y reflexiones sobre la evaluación formativa informal que pude realizar a partir de la comparación de ambos casos, tienen que ver con las siguientes ideas: la naturaleza de las metas de aprendizaje en la evaluación formativa informal, el rol preponderante de los procesos de interpretación del profesor, el rol de los conocimientos del profesor en la evaluación formativa informal y la ineficacia de la retroalimentación. A continuación, desarrollo cada una de ellas.

Las metas de aprendizaje se encuentran al centro y orientan todos los elementos del ciclo de la

evaluación formativa informal. Además, son la referencia a partir de la cual los profesores obtienen evidencia del aprendizaje de sus estudiantes. En los procesos de planeación de los dos profesores de esta investigación, pude darme cuenta que trasladan las metas directamente del currículum con algunos ajustes menores, los cuales tienen que ver con la distribución temporal de las mismas a lo largo de la secuencia didáctica.

En estos dos casos en particular, puede suceder que, desde la misma formulación de las metas de aprendizaje, se reflejan procedimientos rutinarios, que guardan poca relación con hábitos de la mente y prácticas propias del pensamiento matemático. Si las metas de aprendizaje en un inicio reflejan este tipo de aprendizajes, difícilmente el profesor diseñará o seleccionará tareas que, además de promover aprendizajes más profundos, le permitan obtener otro tipo de evidencias más allá de respuestas correctas o incorrectas, procedimientos algebraicos o recitar definiciones o características de conceptos matemáticos. Es más, si la evaluación formativa informal se inserta en procesos de enseñanza y aprendizaje de esta naturaleza, difícilmente podrá contribuir hacia una mayor complejidad del pensamiento matemático.

Una buena definición de metas de aprendizaje va acompañada de la definición de criterios de éxito claros, precisos, que reflejen el progreso de los aprendizajes. Cuando a los profesores de esta investigación se les hizo la pregunta ¿Cómo sabrás al finalizar la sesión que se lograron las metas de aprendizaje?, respondieron con criterios generales, que tenían poca relación con la matemática de la clase e incluso con el pensamiento matemático. Esta falta de especificidad o ausencia de criterios de éxito, hace que vayan a ciegas y por lo tanto se rompe el puente entre la enseñanza y el aprendizaje. Esto los lleva a realizar inferencias sobre el aprendizaje de los estudiantes poco fundamentadas y más orientadas por corazonadas o presentimientos. Particularmente, el grado de definición y precisión de estos criterios puede ayudar al profesor a buscar de manera activa y atender evidencia de una forma más precisa.

Con respecto a los procesos de interpretación del profesor, se constituyen en el dínamo de los ciclos de la evaluación formativa informal, es decir, tienen un papel preponderante en los demás elementos del ciclo. Como se pudo ver en esta investigación, el tipo de evidencia sobre el aprendizaje que buscan de manera activa está determinado por el tipo de marcos interpretativos y formas de razonamiento, que dependen a su vez de las creencias y concepciones que tiene el profesor de lo que es aprender en matemáticas, y que se refleja en el tipo de preguntas que hacen y en el tipo de tareas matemáticas que utilizan. De esta manera, ellos seleccionan lo que consideran más importante y, por lo tanto, toman las decisiones que, de acuerdo a su perspectiva, pueden ser las mejores para sus estudiantes.

Los marcos interpretativos fueron categorías útiles para capturar la atención e interpretación de los docentes durante la evaluación formativa informal, ya que son procesos no lineales y caóticos, en los cuales intervienen una gran diversidad de elementos. Sin embargo, cuando los profesores

hablan sobre su propia práctica y sobre sus propios estudiantes, con los que han convivido por periodos de tiempo más largos, estos marcos no operan de forma independiente, no son directos y no son neutrales. Hay unos que son más frecuentes que otros, que aparecen de forma interrelacionada y dependen de recursos idiosincrásicos de los profesores. En los marcos interpretativos más frecuentes de los profesores de esta investigación se hacen presentes atribuciones asociadas a estereotipos sobre la habilidad y esfuerzo de los estudiantes, así como ruptura de expectativas con sus correspondientes emociones.

A partir de la comparación entre los dos casos, es posible comprender cómo diferentes tipos de prácticas de evaluación formativa informal pueden estar relacionadas con diferentes tipos de conocimientos del profesor. Por ejemplo, estas prácticas son más ricas a un nivel meso de la actividad conjunta en el aula, cuando el profesor ha tenido una formación más rica en un plano pedagógico. Es decir, el profesor muestra una mayor variedad de prácticas para comunicar las metas de aprendizaje, para retroalimentar, para implementar auto- y coevaluaciones y para estructurar el ambiente de aprendizaje, de tal manera que las actividades se concluyan y exista una mayor posibilidad de alcanzar las metas de aprendizaje establecidas desde la planeación. Por otro lado, cuando se presume que el profesor tiene un conocimiento disciplinar más profundo derivado de su formación, observé que tiene mayor flexibilidad en el aula para percibir y responder a las posibles incomprendiones de los estudiantes, ajustando las metas de aprendizaje de las sesiones o mediante conversaciones de evaluación con mayor cantidad de ciclos completos y movimientos discursivos más variados. En este tipo de conversaciones, el profesor conecta las ideas mostradas por los estudiantes con conceptos matemáticos y despliega movimientos a nivel micro que tienen mayor probabilidad de resolver dificultades a un nivel conceptual, por lo que llega a reflejar algunos indicios de una enseñanza responsiva.

Finalmente, con respecto a la retroalimentación que brindan los profesores, esta fue poco efectiva para ayudar a los estudiantes en su aprendizaje durante la interacción en el aula. Esta ineficacia se debe a la falta de claridad por parte de los docentes en los criterios de éxito para el aprendizaje de los estudiantes en el tema en cuestión; a las acciones de retroalimentación de bajo soporte para el pensamiento matemático de los estudiantes, desplegadas en los tres niveles de actividad conjunta del aula; en la poca evidencia obtenida y en la falta de certeza por parte de los docentes en cuanto a la contribución de sus acciones hacia el aprendizaje de sus estudiantes.

La falta de claridad en los criterios de éxito fue uno de los principales obstáculos para una retroalimentación efectiva. Al no definir criterios específicos y precisos para el logro de las metas de aprendizaje, los docentes tuvieron dificultades para identificar de manera precisa el momento y la forma en que los estudiantes necesitaban apoyo. Esto limitó la posibilidad de realizar ajustes pedagógicos más estratégicos, ya que la retroalimentación se centró en aspectos generales o superficiales, sin desplegar acciones que atendieran las necesidades específicas de los estudiantes

en cuanto a su comprensión del tema matemático abordado en la sesión.

Además, las acciones de retroalimentación observadas a lo largo de los tres niveles de actividad conjunta tuvieron un bajo soporte para promover un aprendizaje matemático más profundo. Las intervenciones se enfocaron principalmente en la corrección de errores procedimentales y en la repetición de explicaciones, así como en la disminución de la demanda cognitiva de las tareas matemáticas, lo que redujo el potencial de avanzar en la comprensión de los estudiantes.

Finalmente, los profesores no obtuvieron evidencia suficiente para determinar si sus acciones contribuyeron efectivamente al aprendizaje de los estudiantes. Las respuestas de los docentes sobre cómo sabían si los estudiantes habían aprendido o cómo sabían si sus acciones contribuyeron a resolver los problemas de aprendizaje de sus estudiantes, se basaron en señales superficiales, como expresiones faciales o respuestas aisladas. Esta ausencia de elementos claros y concretos para evaluar el aprendizaje refuerza la conclusión de que la retroalimentación brindada tuvo una eficacia limitada para cerrar la brecha entre el estado actual del estudiante y las metas de aprendizaje.

Los hallazgos de esta investigación contribuyen al campo de la educación de las matemáticas y la evaluación formativa en dos grandes ámbitos. En primer lugar, propuse un modelo analítico que permite examinar la evaluación formativa informal en matemáticas de manera dinámica e interactiva, proporcionando una herramienta metodológica robusta para analizar cómo y cuándo los docentes implementan ciclos de evaluación formativa en el aula. En segundo lugar, dos características distintivas de las prácticas docentes de evaluación formativa interactiva en matemáticas emergieron del análisis de estos dos casos en particular: (a) la falta de equidad durante la evaluación formativa interactiva, y (b) el papel central de las emociones del docente en la interpretación de la evidencia de aprendizaje y en la toma de decisiones pedagógicas.

El primer aporte de esta investigación es la construcción de un modelo teórico-metodológico que permite analizar la evaluación formativa informal desde una perspectiva situada y secuencial. Este modelo supera enfoques más estáticos al capturar la interactividad entre docentes y estudiantes en tiempo real, respondiendo a la recomendación de Furtak et al. (2017) de utilizar un análisis que abarque la naturaleza dinámica del diálogo en el aula. La matriz analítica desarrollada organiza los procesos de evaluación formativa informal a través de dos dimensiones clave: los cuatro componentes del ciclo de evaluación formativa (metas de aprendizaje, obtención de información, interpretación de información y acciones o ajustes) y los tres niveles de actividad conjunta en el aula (macro, meso y micro). Esta herramienta permite no solo identificar cómo los docentes implementan prácticas de evaluación formativa informal, sino también cómo estas evolucionan a lo largo de la secuencia didáctica. Su aplicabilidad trasciende la evaluación formativa, ya que también puede utilizarse para analizar cualquier práctica docente en situación, especialmente aquellas relacionadas con la percepción, interpretación y toma de decisiones en la interacción con los estudiantes.

El segundo aporte sustancial de esta investigación es la identificación de dos características distintivas de las prácticas docentes de evaluación formativa interactiva en matemáticas. La primera es la necesidad de promover una mayor equidad en la evaluación formativa informal en matemáticas. Los resultados sugieren que los docentes, en su afán por cumplir con los programas de estudio y ayudar a sus estudiantes a avanzar, despliegan estrategias de evaluación que no siempre garantizan una participación equitativa. Las diferencias en la oportunidad de participación observadas en ambos casos muestran que los docentes asignan tiempo de interacción de manera diferenciada según sus expectativas sobre los estudiantes. Esta distribución desigual de la participación puede reforzar ciclos de exclusión en el aula, donde algunos estudiantes reciben más apoyo y retroalimentación, mientras que otros quedan rezagados en su proceso de aprendizaje.

La segunda característica distintiva es el papel central de las emociones en la evaluación formativa informal. Las emociones de los docentes no son reacciones azarosas, sino que reflejan sus interpretaciones sobre el aprendizaje de los estudiantes y, a su vez, influyen en sus decisiones pedagógicas. Más allá de influir en la interpretación de la evidencia, las emociones también afectan la dinámica de participación en el aula, ya que los docentes pueden proyectar actitudes más receptivas hacia ciertos estudiantes y ser más distantes con otros, lo que impacta la confianza y la motivación de los estudiantes para participar activamente en la clase de matemáticas.

Los hallazgos de esta investigación ofrecen directrices para mejorar la evaluación formativa informal en matemáticas. El modelo teórico-metodológico desarrollado proporciona una herramienta analítica que permite comprender y orientar las prácticas docentes en la evaluación formativa. Al integrar los cuatro componentes del ciclo de evaluación (metas de aprendizaje, obtención de información, interpretación y acciones o ajustes) y los tres niveles de actividad conjunta en el aula (macro, meso y micro), este modelo puede servir como una guía práctica para que los docentes identifiquen oportunidades de mejora en su enseñanza. A nivel macro, ayuda a estructurar secuencias didácticas con metas de aprendizaje más claras; a nivel meso, orienta la implementación de estrategias variadas para obtener evidencia del aprendizaje de los estudiantes; y a nivel micro, facilita el análisis y ajuste del discurso pedagógico y la retroalimentación en tiempo real. Su aplicación sistemática puede ayudar en la toma de decisiones en el aula y mejorar la calidad en la evaluación del aprendizaje.

Uno de los retos identificados en esta investigación es la necesidad de garantizar una mayor equidad en la evaluación formativa. Se ha evidenciado que los docentes suelen focalizar su atención y apoyo en estudiantes con mejor rendimiento, dejando de lado a quienes presentan dificultades o tienen un desempeño intermedio. Para contrarrestar esto, los docentes podrían implementar estrategias que promuevan una distribución más equitativa de la atención y la retroalimentación, asegurando que todos los estudiantes reciban apoyo en su proceso de aprendizaje. La diferenciación en la retroalimentación y el diseño de estrategias que atiendan las diversas trayectorias de

aprendizaje pueden minimizar las brechas en el progreso académico y favorecer un ambiente de enseñanza más inclusivo.

Otro aspecto clave identificado es el papel de las emociones en la evaluación formativa informal. Más allá de ser reacciones momentáneas, las emociones docentes reflejan sus interpretaciones sobre el aprendizaje de los estudiantes y, a su vez, influyen en sus decisiones pedagógicas. Sin embargo, en lugar de limitarse a reaccionar ante lo que ocurre en clase, los docentes pueden generar intencionalmente un clima emocional que favorezca el aprendizaje y la participación de todos los estudiantes. Esto requiere que reconozcan sus propias emociones, reflexionen sobre sus implicaciones y comprendan cómo estas se transmiten a los estudiantes, moldeando sus experiencias de aprendizaje. Pasar de un rol reactivo a una proyección emocional intencional y consciente permitiría transformar la dinámica del aula, promoviendo interacciones más equitativas y fortaleciendo la confianza de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. En este sentido, la regulación emocional y la toma de conciencia sobre estas respuestas afectivas podrían ser claves para mitigar sesgos y reducir acciones diferenciadas en la implementación de la evaluación formativa informal. Para lograrlo, la formación docente podría incluir herramientas para el reconocimiento y manejo de emociones, permitiendo a los profesores proyectar actitudes que promuevan ambientes de aprendizaje más inclusivos.

Para continuar con la comprensión de las prácticas de evaluación formativa en profesores de matemáticas, futuras investigaciones podrían avanzar mediante estudios de caso que permitan una replicación teórica basada en una medición más específica del conocimiento disciplinar y pedagógico de los docentes. Además, sería relevante explorar con mayor profundidad la relación entre la equidad en la participación y las emociones del docente, ya que ambos factores pueden influir en la forma en que los profesores interpretan la evidencia del aprendizaje y en cómo brindan retroalimentación a sus estudiantes. Por último, además de estos estudios, el modelo desarrollado en esta investigación también puede ser tomado y transformado para generar instrumentos de observación sistemática de la práctica docente y para la autoevaluación de los profesores. Esto permitiría estudios a mayor escala que identifiquen patrones en la evaluación formativa informal y su impacto en distintos contextos educativos.

Ampliar el alcance del modelo para su uso en investigaciones más extensas facilitaría el desarrollo de estrategias de evaluación formativa más estructuradas, proporcionando a los docentes herramientas concretas para mejorar su percepción, interpretación y toma de decisiones durante la evaluación formativa informal. De esta manera, sería posible generar datos más precisos sobre la práctica docente y su impacto en el aprendizaje matemático de los estudiantes.

En síntesis, estas líneas de investigación no solo contribuirán a perfeccionar el modelo teórico-metodológico propuesto, sino que también contribuirán al desarrollo de intervenciones en evaluación formativa que promuevan la equidad y mejora continua de la enseñanza. Una

evaluación formativa más equitativa y basada en evidencia sólida permitirá a los docentes identificar y atender de manera más efectiva las necesidades de todos los estudiantes, generando entornos de aprendizaje más inclusivos. De este modo, se garantizará que cada estudiante reciba el apoyo adecuado para avanzar en su comprensión y aprendizaje de las matemáticas.

Referencias

- "CERME 11: Thematic Working Group 21". (2018). https://cerme11.org/wp-content/uploads/2018/03/TWG_21_cfp.pdf
- Abell, S., y Siegel, M. (2011). Assessment Literacy: What Science Teachers Need to Know and Be Able to Do. En D. Corrigan, J. Dillon, y R. Gunstone (Eds.), *The Professional Knowledge Base of Science Teaching* (pp. 2015-2221). Springer.
- Akkoç, H. (2015). Formative questioning in computer learning environments: a course for pre-service mathematics teachers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(8), 1096-1115.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1031835>
- Allal, L., y Lopez, L. M. (2005). Formative Assessment of Learning: A Review of Publications in French. En *Formative Assessment: Improving learning in secondary classrooms* (pp. 241-264). OECD.
- Álvarez, J. M. (2014). *Evaluar para conocer, examinar para excluir*. Morata.
- Amossy, R., y Herschberg, A. (2010). *Estereotipos y clichés* (L. Gándara, Trans.). Eudeba.
- Andersson, C., y Palm, T. (2017). Characteristics of improved formative assessment practice. *Education Inquiry*, 8(2), 104-122.
- Andersson, C., y Palm, T. (2018). Reasons for teachers' successful development of a formative assessment practice through professional development - a motivation perspective. *Assessment in Education: Principles, Policy y Practice*, 25(6), 576-597.
<https://doi.org/10.1080/0969594X.2018.1430685>
- Ball, D. L. (2011). Foreword. En M. G. Sherin, V. R. Jacobs, y R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics Teacher Noticing: Seeing Through Teachers' Eyes* (pp. xx-xxiv). Routledge.
- Ball, D. L., y Forzani, F. M. (2009). The Work of Teaching and the Challenge for Teacher Education. *Journal of Teacher Education*, 60(5), 497-511.
<https://doi.org/10.1177/0022487109348479>
- Bastian, A., Kaiser, G., Meyer, D., Schwartz, B., y König, J. (2022). Teacher noticing and its growth toward expertise: an expert-novice comparison with pre-service and in-service secondary mathematics teachers. *Educational Studies in Mathematics*, 110, 205-232.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10649-021-10128-y>
- Bazdresch, M. (2000). *Vivir la educación, transformar la práctica*. Educación Jalisco.

- Bell, B., y Cowie, B. (2001). The Characteristics of Formative Assessment in Science Education. *Science Education*, 85(1), 536-553.
- Bell, B., y Cowie, B. (2002). *Formative Assessment and Science Education*. Kluwer Academic Publishers.
- Bellack, A. A., Kliebard, H. M., Hyman, R. T., y Smith, F. L. (1966). *The language of the classroom*. Teachers College Press.
<https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015022627270yview=1upyseq=7>
- Bennett, R. E. (2010). Cognitively based assessment of, for, and as learning: A preliminary theory of action for summative and formative assessment. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 8(2-3), 70-91.
- Bennett, R. E. (2011). Formative assessment: a critical review. *Assessment in Education: Principles, Policy y Practice*, 18(1), 5-25.
- Berger, R. (2013). Now I see it, now I don't: researcher's position and reflexivity in qualitative research. *Qualitative Research*.
<http://qrj.sagepub.com/content/early/2013/01/03/1468794112468475>
- Besser, M., Hagen, M., y Kleickmann, T. (2024). On the added value of considering effects of generic and subject-specific instructional quality on students' achievements – an exploratory study on the example of implementing formative assessment in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11858-024-01562-2>
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., y Wiliam, D. (2004). Working Inside the Black Box: Assessment for Learning in the Classroom. *Phi Delta Kappan*, 86(1), 8-21.
- Black, P., y Wiliam, D. (1998a). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy y Practice*, 5(1), 7.
- Black, P., y Wiliam, D. (1998b). Inside the Black Box: Raising Standards Through Classroom Assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139-148.
- Black, P., y Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability (antes: Journal of Personnel Evaluation in Education)*, 21(1), 5-31.
- Blanco, M., y Ginovart, M. (2012). Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 9(1), 166-183. <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-blanco-ginovart/v9n1-blanco-ginovart>

- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E., y Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3-13.
- Blömeke, S., Jentsch, A., Ross, N., Kaiser, G., y König, J. (2022). Opening up the black box: Teacher competence, instructional quality and students' learning progress. *Learning y Instruction*, 79. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101600>
- Bogdan, R. C., y Biklen, S. K. (2006). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods* (5ª ed.). Allyn y Bacon.
- Borko, H., Jacobs, J., Eiteljorg, E., y Pittman, M. E. (2008). Video as tool for fostering productive discussions in mathematics professional development. *Teaching and Teacher Education*, 24(1), 417-436.
- Boström, E., y Palm, T. (2023). The effect of a formative assessment practice on student achievement in mathematics. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1101192>
- Broadfoot, P., y Assessment Reform Group. (2002). Assessment for Learning: 10 Principles. http://www.hkeaa.edu.hk/DocLibrary/SBA/HKDSE/Eng_DVD/doc/Afl_principles.pdf
- Brookhart, S. M. (2007). Expanding Views About Formative Classroom Assessment: A Review of the Literature. En J. H. McMillan (Ed.), *Formative classroom assessment: theory into practice* (pp. 29-42). Teachers College Press.
- Brookhart, S. M. (2009). Editorial. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 28(1), 1-2.
- Broughton, S., Hernandez-Martinez, P., y Robinson, C. L. (2012). Using focus groups to investigate the presence of formative feedback in CAA. *Research in Mathematics Education*, 14(1), 87-88.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics: Didactique des mathematiques, 1970-1990* (N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, y V. Warfield, Eds.). Kluwer Academic Publishers.
- Burkhardt, H., y Schoenfeld, A. H. (2019). Formative Assessment in Mathematics. En H. Andrade, R. E. Bennett, y G. J. Cizek (Eds.), *Handbook of Formative Assessment in the Disciplines* (pp. 35-67). Routledge.
- Candela, A., Rockwell, E., y Coll, C. (2012). ¿Qué demonios pasa en las aulas? La investigación cualitativa del aula. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, 8. https://www.uv.mx/cpue/num8/inves/candela_rockwell_coll_aulas.html
- Carmona, G., Monroy, L., Herrera, M., y García, I. (2011). Prácticas docentes de los maestros de matemáticas y pruebas estandarizadas a gran escala. Evaluación formativa y las pruebas estandarizadas en México. *Educación y Ciencia, Cuarta Época*, 2(4), 19-34.

- Chapin, S. H., O'Connor, C., y Anderson, N. C. (2003). *Classroom discussions using math to help students learn*. Math Solutions Publications.
- Charmaz, K. (2000). Grounded theory: Objectivist and constructivist methods. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.), *The Handbook of Qualitative Research* (pp. 509-535). Sage Publications, Inc.
- Chávez, Y., y Martínez, F. (2018). Evaluar para aprender: hacer más compleja la tarea a los alumnos. *Educación Matemática*, 30(3), 211-246.
- Chigonga, B. (2020). Formative Assessment in Mathematics Education in the Twenty-First Century. En K. G. Fomunyam (Ed.), *Theorizing STEM Education in the 21st Century*. IntechOpen. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.88996>
- Cizek, G. J., Andrade, H. L., y Bennett, R. E. (2019a). Formative Assessment: History, Definition and Progress. En H. L. Andrade, R. E. Bennett, y G. J. Cizek (Eds.), *Handbook of Formative Assessment in the Disciplines* (pp. 3-19). Routledge.
- Cizek, G. J., Andrade, H. L., y Bennett, R. E. (2019b). Formative assessment: History, definition, and progress. En *Handbook of formative assessment in the disciplines* (pp. 3-19). Routledge.
- Clark, C. M., y Peterson, P. L. (2011). Procesos de pensamiento de los docentes (A. Negrotto, Trans.). En M. C. Wittrock (Ed.), *La investigación de la enseñanza III: Profesores y alumnos* (pp. 443-531). Paidós Educador. (Reprinted from Handbook of Research on Teaching, pp. 255-296, por M. Wittrock, Ed., 1986, New York, NY: MacMillan)
- Cobb, P. (1994). Where is the Mind? Constructivist and Sociocultural Perspectives on Mathematical Development. *Educational Researcher*, 23(7), 13-20.
- Coffey, J. E., y Edwards, A. R. (2016). The Role Subject Matter Plays in Prospective Teachers' Responsive Teaching Practices in Elementary Math and Science. En A. D. Robertson, R. E. Scherr, y D. Hammer (Eds.), *Responsive Teaching in Science and Mathematics* (pp. 232-257). Routledge.
- Coffey, J. E., Hammer, D., Levin, D. M., y Grant, T. (2011). The Missing Disciplinary Substance of Formative Assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1109-1136.
- Coll, C., Colomina, R., Onrubia, J., y Rochera, M. J. (1992). Actividad conjunta y habla: una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. *Infancia y Aprendizaje*, 59-60, 189-232.
- Colomina, R., Onrubia, J., y Rochera, M. J. (2014). Interactividad, mecanismos de influencia educativa y construcción de conocimiento en el aula. En C. Coll, J. Palacios, y Á. Marchesi (Eds.), *Desarrollo psicológico y educación: 2. Psicología de la educación escolar* (pp. 437-458). Alianza Editorial.

- Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación. (2022). *Modelo de evaluación diagnóstica, formativa e integral. La evaluación al servicio de la mejora continua de la educación.*
- Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación. (2023, noviembre). *Indicadores nacionales de la mejora continua de la educación en México. Edición 2023: cifras del ciclo escolar 2021-2022 1).*
- Cowie, B., y Bell, B. (1999). A Model of Formative Assessment in Science Education. *Assessment in Education: Principles, Policy y Practice*, 6(1), 101-106. <https://doi.org/10.1080/09695949993026>
- Cowie, B., Harrison, C., y Willis, J. (2018). Supporting teacher responsiveness in assessment for learning through disciplined noticing. *The Curriculum Journal*, 29(4), 464-478.
- Crespo, S. (2000). Seeing more than right and wrong answers: prospective teachers' interpretations of students' mathematical work. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3(2), 155-181.
- Criswell, B., y Krall, R. M. (2017). Teacher Noticing in Various Grade Bands and Contexts: Commentary. En E. O. Schack, M. H. Fisher, y J. A. Wilhelm (Eds.), *Teacher Noticing: Bridging and Broadening Perspectives, Contexts, and Frameworks* (pp. 21-30). Springer.
- Cusi, A., y Morselli, F. (2024). The key-roles of the expert during classroom discussions aimed at fostering formative assessment processes through the use of digital technologies. *ZDM Mathematics Education*, 56, 741-755. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11858-024-01572-0>
- De la Chaussée, M. E. (2001). El uso de la sociolingüística en la evaluación de la práctica docente. En M. Rueda, F. Díaz-Barriga, y M. Díaz (Eds.), *Evaluar para comprender y mejorar la docencia en la educación superior* (pp. 237-258). Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
- Depaepe, F., Verschaffel, L., y Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, 34(2013), 12-25.
- Dias, P., y Santos, L. (2016). An assessment practice that teacher José uses to promote self-assessment of mathematics learning. CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Praga, República Checa.
- Ellis, A., Özgür, Z., y Reiten, L. (2019). Teacher moves for supporting student reasoning. *Mathematics Education Research Journal*, 31(2), 107-132.

- Empson, S. B., y Jacobs, V. R. (2008). Learning to listen to children's mathematics. En D. Tirosh y T. Wood (Eds.), *Tools and processes in mathematics teacher education* (pp. 257-281). Sense Publishers.
- Esquivel, J. M. (2012). Evaluación de los aprendizajes en el aula: una conceptualización renovada. En E. Marín y F. Martínez (Eds.), *Avances y Desafíos en la Evaluación Educativa*. Fundación Santillana. www.oei.es/noticias/spip.php?article9225
- Faber, J. M., Luyten, H., y Visscher, A. J. (2017). The effects of a digital formative assessment tool on mathematics achievement and student motivation: Results of a randomized experiment. *Computers y Education, 106*(1), 83-96.
- Fierro, C., y Fortoul, B. (2017). *Entretejer espacios para aprender y convivir en el aula*. Ediciones SM.
- Forman, E. A., Larreamendy-Joerns, J., Stein, M. K., y Brown, C. A. (1998). "You're going to want to find out which and prove it": Collective argumentation in a mathematics classroom. *Learning y Instruction, 8*(6), 527-548.
- Friedrich, A., Flunger, B., Nagengast, B., y Jonkmann, K. (2015). Pygmalion effects in the classroom: Teacher expectancy effects on students' math achievement. *Contemporary Educational Psychology, 41*(2015), 1-12.
- Frohbieter, G., Greenwald, E., Stecher, B., y Schwartz, H. (2011). *Knowing and doing: What teachers learn from formative assessment and how they use information* [(CRESST REPORT 802)]. University of California, National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST).
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., y Phillips, N. (1994). The Relation between Teachers' Beliefs about the Importance of Good Student Work Habits, Teacher Planning, and Student Achievement. *The Elementary School Journal, 94*(3), 331-345.
- Furtak, E. M., Kiemer, K., Circi, R. K., Swanson, R., De León, V., Morrison, D., y Heredia, S. C. (2016). Teachers' formative assessment abilities and their relationship to student learning: findings from a four-year intervention study. *Instructional Science, 44*(3), 267-291.
- Furtak, E. M., Ruiz-Primo, M. A., y Bakeman, R. (2017). Exploring the Utility of Sequential Analysis in Studying Informal Formative Assessment Practices. *Educational Measurement: Issues and Practice, 36*(1), 28-38.
- Furtak, E. M., Thompson, J., y van Es, E. A. (2016, April 9, 2016). *Formative Assessment and Noticing: Toward a Synthesized Framework for Attending and Responding During Instruction* Annual Meeting of the American Educational Research Association, Washington, D.C.

- García-Cabrero, B. (2002). *El análisis de la práctica educativa en el bachillerato: Una aproximación metodológica desde la perspectiva del discurso situado*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- García-Cabrero, B. (2009). Las dimensiones afectivas de la docencia. *Revista Digital Universitaria*, 10(11). <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num11/art71/int71.htm>.
- García-Cabrero, B., Ledesma-Rodea, A., y Pérez-Hernández, A. K. (2023). Aprender a Amar las Matemáticas: Validación del Prototipo y Diseño Final del Curso en Línea ProfeMat. *Psicología Educativa*, 11(1), 61-73.
- García-Cabrero, B., Loredó, J., y Carranza, G. (2008). Análisis de la práctica educativa de los docentes: pensamiento, interacción y reflexión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, Número Especial*. <http://redie.uabc.mx/NumEsp1/contenido-garcialoredocarranza.html>
- García-Cabrero, B., Mejía, J., y Meza, A. (2009). *Propuesta para evaluar y reportar el proceso de desarrollo de competencias de los alumnos de educación básica, mediante una nueva boleta de calificaciones* [Reporte no publicado].
- García-Cabrero, B., Ponce, S., y Pérez, F. M. (2024). La presencia emocional docente en entornos virtuales y su evaluación. En M. Sánchez y M.M. Iglesias (Ed.), *La evaluación docente. Desafíos actuales, aproximaciones y experiencias* (pp. 35-67). Universidad Iberoamericana.
- García-Oliveros, G., Salguero-Rivera, B., Rodríguez-Díaz, O., Palomino-Bejarano, E., y Caicedo-Valencia, R. (2020). Las prácticas de evaluación de las matemáticas universitarias: Tensiones y desafíos desde la red conceptual en la que se inscriben. *UNICIENCIA*, 34(1), 246-262. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/ru.34-1.14>
- García, A. M., Aguilera, M. A., Pérez, M. G., y Muñoz, G. (2011). *Evaluación de los aprendizajes en el aula. Opiniones y prácticas de los docentes de primaria en México*. INEE. <http://www.inee.edu.mx/index.php/76-publicaciones/recursos-y-procesos-escolares-capitulos/574-evaluacion-de-los-aprendizajes-en-el-aula>
- Gentrup, S., Lorenz, G., Kristen, C., y Kogan, I. (2020). Self-fulfilling prophecies in the classroom: Teacher expectations, teacher feedback and student achievement. *Learning y Instruction*, 66. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101296>
- Georgiou, S., Christou, C., Stavrinides, P., y Panaoura, G. (2002). Teacher attributions of student failure and teacher behavior toward the failing student. *Psychology in the Schools*, 39(5), 583-595.
- Giménez, G. (2012). El problema de la generalización en los estudios de caso. *Cultura y representaciones sociales*, 7(13), 40-62.

- Gipps, C. (1994). *Beyond Testing: Towards a Theory of Educational Assessment*. The Falmer Press.
- González, C. E., y González, J. (2024). La evaluación formativa y la práctica docente en la primaria de la Nueva Escuela Mexicana. *Neuronum*, 10(2).
- Goodwin, C. (1994). Professional Vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606-633.
- Goos, M. (2014). Mathematics Classroom Assessment. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 413-417). Springer Science+Business Media.
- Gotwals, A. W., y Birmingham, D. (2015). Eliciting, Identifying, Interpreting, and Responding to Students' Ideas: Teacher Candidates' Growth in Formative Assessment Practices. *Research in Science Education*.
- Gotwals, A. W., Philhower, J., Cisterna, D., y Bennett, S. (2015). Using Video to Examine Formative Assessment Practices as Measures of Expertise for Mathematics and Science Teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 405. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9623-8>
- Gundermann-Kröll, H. (2013). El método de los estudios de caso. En M. L. Tarrés (Ed.), *Observar, escuchar y comprender sobre la tradición cualitativa en la investigación* (pp. 231-264). El Colegio de México/FLACSO México.
- Guzmán, J. C., Arreola, R. L., Martínez, O. J., y Solís, I. (2013). *Del currículum al aula. Orientaciones y sugerencias para aplicar la RIEB*. Graó / Colofón.
- Halliday, M. A. K. (1993). Towards a Language-Based Theory of Learning. *Linguistics and Education*, 5(2), 93-116.
- Hanna, J., James, A., y Williams, P. (2014). Does computer-aided formative assessment improve learning outcomes? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(2), 269-281.
- Harlen, W. (2007a). *Assessment of Learning*. Sage Publications.
- Harlen, W. (2007b). Formative Classroom Assessment in Science and Mathematics. En J. H. McMillan (Ed.), *Formative classroom assessment: theory into practice*. Teachers College Press.
- Hattie, J., Fisher, D., Frey, N., Gojak, L. M., Moore, S. D., y Mellman, W. L. (2017). *Visible Learning for Mathematics: What Works Best to Optimize Student Learning*. Corwin Mathematics.
- Hattie, J., y Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.

- Havnes, A., Smith, K., Dysthe, O., y Ludvigsen, K. (2012). Formative assessment and feedback: Making learning visible. *Studies in Educational Evaluation*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2012.04.001>
- Heritage, M., Kim, J., Vendlinski, T., y Herman, J. (2009). From Evidence to Action: A Seamless Process in Formative Assessment? *Educational Measurement: Issues and Practice*, 28(3), 24-31.
- Hershkovitz, A., Noster, N., Siller, H.-S., y Tabach, M. (2024). Learning analytics in mathematics education: the case of feedback use in a digital classification task on reflective symmetry. *ZDM Mathematics Education*, 56, 727-739. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11858-024-01551-5>
- INEE. (2017). *La educación obligatoria en México. Informe 2017*. INEE.
- INEE. (2019). *¿Qué hacen los planteles de educación media superior contra el abandono escolar? Evaluación de la Implementación Curricular en educación media superior (EIC EMS)*.
- Jaber, L. Z., Davidson, S. G., y Metcalf, A. (2023). “I Loved Seeing How Their Brains Worked!”—Examining the Role of Epistemic Empathy in Responsive Teaching. *Journal of Teacher Education*, 75(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0022487123118731>
- Jackson, P. W. (2001). *La vida en las aulas*. Morata.
- Jacobs, V. R., y Empson, S. (2015). Responding to children’s mathematical thinking in the moment: an emerging framework of teaching moves. *ZDM Mathematics Education*, 48(1), 185-197. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0717-0>
- Jacobs, V. R., Lamb, L. L. C., y Philipp, R. (2010). Professional Noticing of Children’s Mathematical Thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169-202.
- Jacobs, V. R., Philipp, R. A., y Sherin, M. G. (2011). Preface. En M. G. Sherin, V. R. Jacobs, y R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics Teacher Noticing: Seeing Through Teachers’ Eyes* (pp. xxv-xxvii). Routledge.
- Jurdak, M., Vithal, R., De Freitas, E., Gates, P., y Kollosche, D. (2016). *Social and Political Dimensions of Mathematics Education*. Springer Open.
- Kim, H.-j. (2019). Teacher Learning Opportunities Provided by Implementing Formative Assessment Lessons: Becoming Responsive to Student Mathematical Thinking. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(2), 341-363.
- Kingston, N., y Nash, B. (2011). Formative Assessment: A Meta-Analysis and a Call for Research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 30(4), 28-37.

- Klenowski, V. (2009). Assessment for learning revisited: an Asia-Pacific perspective. *Assessment in Education: Principles, Policy y Practice*, 16(3), 263-268.
- König, J., Santagata, R., Scheiner, T., Adleff, A.-K., Yang, X., y Kaiser, G. (2022). Teacher noticing: A systematic literature review of conceptualizations, research designs, and findings on learning to notice. *Educational Research Review*, 36. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100453>
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en Investigación Cualitativa* (T. Del Amo y C. Blanco, Trans.). Morata.
- Lappan, G., y Phillips, E. (2009). Challenges in US Mathematics Education through a Curriculum Developer Lens. *Educational Designer*, 1(3), 1-19.
- Lee, H., Chung, H. Q., Zhang, Y., Abedi, J., y Warschauer, M. (2020). The Effectiveness and Features of Formative Assessment in US K-12 Education: A Systematic Review. *Applied Measurement in Education*, 33(2), 124-140. <https://doi.org/10.1080/08957347.2020.1732383>
- Lee, H., Feldman, A., y Beatty, I. D. (2011). Factors that Affect Science and Mathematics Teachers' Initial Implementation of Technology-Enhanced Formative Assessment Using Classroom Response System. *Journal of Science Education and Technology*, 21(1), 523-539. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9344-x>
- Lehesvouri, S., Ketonen, L., y Häikiöniemi, M. (2022). Utilizing informal formative assessment and dialogicity during reflections on educational dialogue in mathematics. *STUDIA PAEDAGOGICA*, 27(2), 56-75. <https://doi.org/https://doi.org/10.5817/SP2022-2-3>
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Paidós.
- Lineback, J. E. (2015). The Redirection: An Indicator of How Teachers Respond to Student Thinkingq. *The Journal of the Learning Sciences*, 24(3), 419-460.
- Lineback, J. E. (2016). Methods to Assess Teacher Responsiveness *In Situ*. En A. D. Robertson, R. E. Scherr, y D. Hammer (Eds.), *Responsive Teaching in Science and Mathematics* (pp. 317-351). Routledge.
- Loera, A., Näslund-Hadley, E., y Alonzo, H. (2013). El desempeño pedagógico de docentes en Nuevo León: hallazgos de un estudio basado en videos de lecciones de matemáticas y ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, XLIII(2), 11-41.
- Loureiro, G. (2009). *La evaluación en el aula, currículo y evaluaciones externas*. Universidad Católica de Uruguay y GTEE-PREAL.
- MacQueen, K. M., y McLellan, E. (1998). Codebook Development for Team-Based Qualitative Analysis. *Cultural Anthropology Methods*, 10(2), 31-36.

- Marshall, C., y Rossman, G. B. (2011). *Designing qualitative research*. Sage.
- McMillan, J. H. (2007). Formative Classroom Assessment: The Key to Improving Student Achievement. En J. H. McMillan (Ed.), *Formative Classroom Assessment. Theory into Practice* (pp. 1-7). Teachers College Press.
- Mercado, A., y Martínez, F. (2014). Evidencias de prácticas de evaluación de un grupo de profesores de primarias de Nuevo León. *RMIE*, 19(61), 537-567.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., y Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: a methods sourcebook*. Sage Publications.
- Miller, K. F. (2011). Situation Awareness in Teaching. En M. G. Sherin, V. R. Jacobs, y R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics Teacher Noticing: Seeing Through Teachers' Eyes* (pp. 51-65). Routledge.
- Moreno, T. (2016). *Evaluación del y para el aprendizaje: Reinventar la evaluación en el aula*. UAM, Unidad Cuajimalpa.
- Morgan, C. (2000). Better Assessment in Mathematics Education? A Social Perspective. En J. Boaler (Ed.), *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning* (pp. 225-242). Ablex Publishing.
- Morgan, C., y Watson, A. (2002). The Interpretative Nature of Teachers' Assessment of Students' Mathematics: Issues for Equity. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(2), 78-110.
- Moss, C. M., y Brookhart, S. M. (2012). *Learning Targets: Helping Students Aim for Understanding in Today's Lesson*. ASCD.
- Moss, C. M., Brookhart, S. M., y Long, B. A. (2013). Administrator's Roles in Helping Teachers Use Formative Assessment Information. *Applied Measurement in Education*, 26(1), 205-218.
- Muñoz, M. (2020). Análisis de las prácticas declaradas de retroalimentación en matemáticas, en el contexto de la evaluación, por docentes chilenos. *Perspectiva Educacional, Formación de Profesores*, 59(2), 111-135.
- Murillo-García, O.-L., y Luna-Serrano, E. (2021). El contexto académico de estudiantes universitarios en condición de rezago por reprobación. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 58-75. <https://doi.org/10.22201/iissue.20072872e.2021.33.858>
- OCDE. (2005). *Formative Assessment: Improving Learning in Secondary Classrooms*. OECD Publishing.
- OCDE. (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do - Student Performance in Reading, Mathematics and Science*.

- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I and II) - Country Notes: Mexico*.
https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/mexico_519eaf88-en.html
- Oláh, L. N., Lawrence, N. R., y Riggan, M. (2010). Learning to Learn From Benchmark Assessment Data: How Teachers Analyze Results. *Peabody Journal of Education*, 85(2), 226-245.
- Park, M., Yi, M., Flores, R., y Nguyen, B. (2020). Informal Formative Assessment Conversations in Mathematics: Focusing on Preservice Teachers' Initiation, Response and Follow-up Sequences in the Classroom. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(10). <https://doi.org/https://doi.org/10.29333/ejmste/8436>
- Phelan, J., Choi, K., Vendlinski, T., Baker, E., y Herman, J. (2011). Differential Improvement in Student Understanding of Mathematical Principles Following Formative Assessment Intervention. *The Journal of Educational Research*, 104(1), 330-339.
<https://doi.org/10.1080/00220671.2010.484030>
- Picaroni, B. (2009). *La evaluación en las aulas de primaria: Usos formativos, calificaciones y comunicación con los padres*. Universidad Católica de Uruguay y GTEE-PREAL.
- Pierson, J. L. (2008). *The Relationship Between Patterns of Classroom Discourse and Mathematics Learning (tesis de doctorado no publicada)* Universidad de Texas en Austin]. Austin, TX.
- Pinger, P., Rakoczy, K., Besser, M., y Klieme, E. (2017). Interplay of formative assessment and instructional quality--interactive effects on students' mathematics achievement. *Learning Environments Research*, 21(1), 61-79.
- Polya, G. (2011). *Cómo plantear y resolver problemas* ((Obra original publicada en 1965) ed.). Trillas.
- Popham, W. J. (2009). *Evaluación trans-formativa. El poder transformador de la evaluación formativa*. Narcea.
- Posamentier, A. S., y Smith, B. S. (2014). *Teaching secondary mathematics: techniques and enrichment units*. Pearson.
- Prawat, R. S., Byers, J. L., y Anderson, A. H. (1983). An Attributional Analysis of Teachers' Affective Reactions to Student Success and Failure. *American Educational Research Journal*, 20(1), 137-152.
- Ramírez, R. A., Ibarra, S. E., y Pino-Fan, L. R. (2020). Prácticas evaluativas y significados evaluados por profesores del bachillerato mexicano sobre la noción de ecuación lineal. *Educación Matemática*, 32(2). <https://doi.org/10.24844/EM3202.03>

- Rasmini, N. W., Antara, P. A., y Wulandari, I. G. A. A. M. (2023). The Use of Technology-Based Formative Assessment in Improving Mathematics Achievement of Elementary School Students. *Journal of Education Technology*, 7(3), 497-503. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JET>
- Ravela, P., Picaroni, B., y Loureiro, G. (2009). *La evaluación de aprendizajes en las aulas de 6o. grado en América Latina*. GTEE-PREAL.
- Raya, K. M.-A., y Olsher, S. (2024). Teachers' Formative Assessment Practices in Their Mathematics Classroom Using Learning Analytics Visualizations. *Digital Experiences in Mathematics Education*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40751-024-00148-7>
- Reyna, C. (2000). Lazy, Dumb, or Industrious: When Stereotypes Convey Attribution Information in the Classroom. *Educational Psychology Review*, 12(1), 85-110.
- Robertson, A. D., Atkins, L. J., Levin, D. M., y Richards, J. (2016). What Is Responsive Teaching? En A. D. Robertson, R. E. Scherr, y D. Hammer (Eds.), *Responsive Teaching in Science and Mathematics*. Routledge.
- Rodríguez, D. P., y Palmas, S. (2024). *Educación en campos disciplinares. Parte II: Educación matemática, enseñanza y aprendizaje del lenguaje y enseñanza y aprendizaje de lenguas extranjeras*. COMIE. https://libreria.comie.org.mx/ver-pdf/?pdf_url=13ucI-2zET8HZC9dfXR5XfrA19LQFt-Nf
- Romero, I., Gómez, P., y Pinzón, A. (2018). Compartir metas de aprendizaje como estrategia de evaluación formativa. *Perfiles Educativos*, XL(162), 117-137.
- Rosenthal, R. (2010). Pygmalion effect. In *The Corsini encyclopedia of psychology*. John Wiley y Sons, Inc.
- Ruiz-Primo, M. A. (2011). Informal formative assessment: The role of instructional dialogues in assessing students' learning. *Studies in Educational Evaluation*, 37(1), 15-24.
- Ruiz-Primo, M. A., y Brookhart, S. M. (2018). *Using Feedback to Improve Learning*. Taylor y Francis.
- Ruiz-Primo, M. A., y Furtak, E. M. (2006). Informal formative assessment and scientific inquiry: Exploring teachers' practices and student learning. *Educational Assessment*, 11(3-4), 205-235.
- Ruiz-Primo, M. A., y Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 57-84.
- Ruiz-Primo, M. A., y Li, M. (2013). Examining Formative Feedback in the Classroom Context: New Research Perspectives. En J. H. McMillan (Ed.), *Sage handbook of research on classroom assessment* (pp. 215-232). Sage Publications.

- Rule, P., y Mitchell, V. (2015). A Necessary Dialogue: Theory in Case Study Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 14(4), 1-11.
- Russ, R. S., Sherin, B., y Sherin, M. G. (2011). Images of Expertise in Mathematics Teaching. En Y. Li y G. Kaiser (Eds.), *Expertise in Mathematics Instruction: An International Perspective* (pp. 41-60). Springer.
- Ruthven, K. (1987). Ability Stereotyping in Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 18(1987), 243-253.
- Sadler, R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18, 119-144.
- Saldaña, J. (2009). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. Sage.
- Sancho-Vinuesa, T., y Escudero, N. (2012). ¿Por qué una propuesta de evaluación formativa con feedback automático en una asignatura de matemáticas en línea? *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 9(2), 59-79.
<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n2-sancho-escudero/v9n2-sancho-escudero>
- Santos, L., y Pinto, J. (2014). The development of self-regulation through assessment criteria. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 112(1), 907-915.
- Santos, M. A. (2014). *La Evaluación como Aprendizaje: Cuando la flecha impacta en la diana*. Narcea.
- Sautu, R. (2005). *Todo es teoría: Objetivos y métodos de investigación*. Lumiere.
- Schildkamp, K., van der Kleij, F. M., Heitink, M. C., Kippers, W. B., y Veldkamp, B. P. (2020). Formative assessment: A systematic review of critical teacher prerequisites for classroom practice. *International Journal of Educational Research*, 103.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101602>
- Schoenfeld, A. H. (1998). Toward a theory of teaching-in-context. *Issues in Education*, 4(1), 1-94. [https://doi.org/10.1016/S1080-9724\(99\)80076-7](https://doi.org/10.1016/S1080-9724(99)80076-7)
- Schoenfeld, A. H. (2013). Classroom observations in theory and practice. *ZDM Mathematics Education*, 45(1), 607-621. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0483-1>
- Schoenfeld, A. H., y Kilpatrick, J. (2008). Toward a Theory of Proficiency in Teaching Mathematics. En D. Tirosh y T. Wood (Eds.), *Tools and Processes in Mathematics Teacher Education* (pp. 321-354). Sense Publishers.

- Schoenfeld, A. H., y The Teaching for Robust Understanding Project. (2016). An Introduction to the Teaching for Robust Understanding (TRU) Framework.
<http://map.mathshell.org/trumath.php>
- Scriven, M. (1966). The Methodology of Evaluation. *Social Science Education Consortium*, 110(1).
- Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg, M., y Schwindt, K. (2011). Teacher learning from analysis of videotaped classroom situations: Does it make a difference whether teachers observe their own teaching or that of others? *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 259-267.
- Shavelson, R., Young, D. B., Ayala, C. C., Brandon, P. R., Furtak, E. M., Ruiz-Primo, M. A., Tomita, M. K., y Yin, Y. (2008). On the Impact of Curriculum-Embedded Formative Assessment on Learning: A Collaboration between Curriculum and Assessment Developers. *Applied Measurement in Education*, 21(4), 295-314.
<https://doi.org/10.1080/08957340802347647>
- Sherin, B., y Star, J. R. (2011). Reflections On the Study of Teacher Noticing. En M. G. Sherin, V. R. Jacobs, y R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics Teacher Noticing: Seeing Through Teachers' Eyes* (pp. 66-78). Routledge.
- Sherin, M. G. (2001). Developing a Professional Vision of Classroom Events. En T. Wood, B. S. Nelson, y J. Warfield (Eds.), *Beyond classical pedagogy: Teaching elementary school mathematics* (pp. 75-93). Lawrence Erlbaum.
- Sherin, M. G. (2014). The Development of Teachers' Professional Vision in Video Clubs. En R. Goldman, R. Pea, B. Barron, y S. J. Denny (Eds.), *Video Research in the Learning Sciences [versión Google Libros]* (pp. 654-675). Routledge.
https://books.google.com.mx/books/about/Video_Research_in_the_Learning_Sciences.html?id=7HZ9AwAAQBAJyredir_esc=y
- Sherin, M. G., Jacobs, V. R., y Philipp, R. A. (2011). *Mathematics Teacher Noticing: Seeing Through Teachers' Eyes*. Routledge.
- Sherin, M. G., Jacobs, V. R., y Philipp, R. A. (2011). Situating the Study of Teacher Noticing. En M. G. Sherin, V. R. Jacobs, y R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics Teacher Noticing: Seeing Through Teachers' Eyes* (pp. 3-13). Routledge.
- Sherin, M. G., y Russ, R. S. (2014). Teacher Noticing Via Video: The Role of Interpretive Frames. En B. Calandra y P. J. Rich (Eds.), *Digital Video for Teacher Education* (pp. 3-20). Routledge.
- Sherin, M. G., Russ, R. S., y Colestock, A. A. (2011). Accessing Mathematics Teachers' In-The-Moment Noticing. En M. G. Sherin, V. R. Jacobs, y R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics Teacher Noticing: Seeing Through Teachers' Eyes* (pp. 79-94). Routledge.

- Sherin, M. G., y van Es, E. A. (2009). Effects of Video Club Participation on Teachers' Professional Vision. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 20-37.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Simons, H. (2011). *El estudio de caso: Teoría y práctica*. Morata.
- Stahnke, R., Schueler, S., y Roesken-Winter, B. (2016). Teachers' perception, interpretation and decision-making: a systematic review of empirical mathematics education research. *ZDM Mathematics Education*, 48(1).
- Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Morata.
- Star, J. R., Lynch, K., y Perova, N. (2011). Using Video to Improve Preservice Mathematics Teachers' Abilities to Attend to Classroom Features: A Replication Study. En M. G. Sherin, V. R. Jacobs, y R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics Teacher Noticing: Seeing Through Teachers' Eyes* (pp. 117-133). Routledge.
- Stobart, G. (2010). *Tiempos de pruebas: los usos y abusos de la evaluación* (P. Manzano, Trans.). Ministerio de Educación y Ediciones Morata, S.L.
<http://www.edmorata.es/libros/tiempos-de-pruebas-los-usos-y-abusos-de-la-evaluacion>
- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada* (E. Zimmerman, Trans.). Editorial Universidad de Antioquía. (Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory)
- Stroup, W. M., Ares, N. M., y Hurford, A. C. (2004). *A Taxonomy of Generative Activity Design Supported by Next-Generation Classroom Networks* Twenty – sixth annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Ontario, Canada.
- Suurtamm, C., y Koch, M. (2014). Navigating dilemmas in transforming assessment practices: experiences of mathematics teachers in Ontario, Canada. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 26(3), 263-287.
- Suurtamm, C., Koch, M., y Arden, A. (2010). Teachers' assessment practices in mathematics: classrooms in the context of reform. *Assessment in Education: Principles, Policy y Practice*, 17(4), 399-417.
- Tempelaar, D. T., Kuperus, B., Cuypers, H., Van Der Kooij, H., Van De Vrie, E., y Heck, A. (2012). El papel de los exámenes formativos digitales en el aprendizaje virtual de matemáticas: un estudio de caso en los Países Bajos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 9(1), 92-114.
<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-tempelaar-kuperus-cuypers-kooij-vrie-heck/v9n1-tempelaar-kuperus-cuypers-kooij-vrie-heck>

- Torrance, H. (1993). Formative Assessment: some theoretical problems and empirical questions. *Cambridge Journal of Education*, 23(3), 333-343.
- van den Berg, M., Bosker, R. J., y Suhre, C. J. M. (2018). Testing the effectiveness of classroom formative assessment in Dutch primary mathematics education. *School Effectiveness and School Improvement*, 29(3), 339-361.
- Van der Kleij, F. M., Vermeulen, J. A., Schildkamp, K., y Eggen, T. J. H. M. (2015). Integrating data-based decision making, Assessment for Learning and diagnostic testing in formative assessment. *Assessment in Education: Principles, Policy y Practice*, 22(3), 324-343. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2014.999024>
- van Es, E. A., y Sherin, M. G. (2002). Learning to notice: Scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10(4), 571-596.
- van Es, E. A., y Sherin, M. G. (2006). How different video club designs support teachers in "learning to notice". *Journal of Computing in Teacher Education*, 22(4), 125-135.
- Villalta, M. A. (2009). Análisis de la conversación. Propuesta para el estudio de la interacción didáctica. *Estudios Pedagógicos*, XXXV(1), 221-238.
- Wafubwa, R., y Csíkos, C. (2022). Impact of Formative Assessment Instructional Approach on Students' Mathematics Achievement and their Metacognitive Awareness. *International Journal of Instruction*, 15, 119-138. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.1527a>
- Wang, H., y Hall, N. C. (2018). A Systematic Review of Teachers' Causal Attributions: Prevalence, Correlates, and Consequences. *Frontiers in Psychology*, 9(2305), 1-22.
- Weiland, I. S., Hudson, R. A., y Amador, J. M. (2014). Preservice formative assessment interviews: the development of competent questioning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(1), 329-352.
- Weiner, B. (1985). An Attributional Theory of Achievement Motivation and Emotion. *Psychological Review*, 92(4), 548-573.
- Weiner, B. (2010). The Development of an Attribution-Based Theory of Motivation: A History of Ideas. *Educational Psychologist*, 45(1), 28-36.
- Wells, G. (1996). Using the Tool-Kit of Discourse in the Activity of Learning and Teaching. *Mind, Culture, and Activity*, 3(2), 74-101. https://doi.org/10.1207/s15327884mca0302_2
- Wells, G. (2004). *Dialogic Inquiry: Towards a Sociocultural Practice and Theory of Education*. Cambridge University Press.

- Weyers, J., König, J., Santagata, R., Scheiner, T., y Kaiser, G. (2023). Measuring teacher noticing: A scoping review of standardized instruments. *Teaching and Teacher Education, 122*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103970>
- Weyers, J., König, J., Scheiner, T., Santagata, R., y Kaiser, G. (2024). Teacher noticing in mathematics education: a review of recent developments. *ZDM Mathematics Education, 56*, 249-264. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11858-023-01527-x>
- Wiggins, G., y McTighe, J. (2017). *Enseñar a través de la comprensión: modelo de diseño* (N. Barraza, Trans.). Trillas. (Understanding by Design)
- Wiliam, D. (2006). Formative Assessment: Getting the Focus Right. *Educational Assessment, 11*(3-4), 283-289. <https://doi.org/10.1080/10627197.2006.9652993>
- Wiliam, D. (2008). Keeping Learning on Track: Classroom Assessment and the Regulation of Learning. En F.K. Lester Jr. (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 1053-1098). Information Age Publishing.
- Wiliam, D. (2011). *Embedded Formative Assessment*. Solution Tree Press. <https://books.google.com.mx/books?id=Z62NZwEACAAJ>
- Wiliam, D. (2014). *Formative Assessment and contingency in the regulation of learning processes* American Educational Research Association, Philadelphia, PA.
- Wiliam, D. (2019). Why Formative Assessment is Always Both Domain-General and Domain-Specific and What Matters is the Balance Between the Two. En H. L. Andrade, R. E. Bennett, y G. J. Cizek (Eds.), *Handbook of Formative Assessment in the Disciplines*. Routledge.
- Wiliam, D., y Black, P. (1996). Meanings and Consequences: a basis for distinguishing formative and summative functions of assessment? *British Educational Research Journal, 22*(5), 537-548.
- Wiliam, D., y Leahy, S. (2007). A Theoretical Foundation for Formative Assessment. En J. H. McMillan (Ed.), *Formative classroom assessment: theory into practice*. Teachers College Press.
- Wilson, P. H., Sztajn, P., Edgington, C., y Confrey, J. (2014). Teachers' use of their mathematical knowledge for teaching in learning a mathematics learning trajectory. *Journal of Mathematics Teacher Education, 17*(2), 149-175.
- Wylie, E. C., y Lyon, C. J. (2015). The fidelity of formative assessment implementation: issues of breadth and quality. *Assessment in Education: Principles, Policy y Practice, 22*(1), 140-160.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: design and methods* (Vol. 5). Sage Publications.

Zabala, A. (2000). *La práctica educativa: Cómo enseñar*. Graó.

Zhao, X., Van den Heuvel-Panhuizen, M., y Veldhuis, M. (2016). Teachers' use of classroom assessment techniques in primary mathematics education—an explorative study with six Chinese teachers. *International Journal of STEM Education*, 3(19), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0051-2>

Zulliger, S., Buholzer, A., y Ruelmann, M. (2022). Observed Quality of Formative Peer and Self-Assessment in Everyday Mathematics Teaching and its Effects on Student Performance. *European Journal of Educational Research*, 11(2), 663-680. <https://www.eu-jer.com/>

Apéndices

Apéndice 1. Documentos revisados en bases de datos

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- a) Investigaciones educativas,
- b) revisiones sistemáticas de literatura,
- c) artículos publicados en revistas arbitradas o reportes de institutos nacionales,
- d) periodo de publicación comprendido entre 2009 y 2024,
- e) en inglés, español o portugués y
- f) haber descargado el texto completo de Internet.

Autores	Título	Año de publicación	País
Loureiro, G.	Evaluación en el aula, currículo y evaluaciones externas	2009	Uruguay
Picaroni, B.	La evaluación en las aulas de primaria: usos formativos, calificaciones y comunicación con los padres.	2009	Uruguay
Ravela, P., Picaroni, B. y Loureiro, G.	La evaluación de aprendizajes en 6° grado en las escuelas de América Latina	2009	Uruguay
Suurtamm, C., Koch, M. y Arden, A.	Teachers' assessment practices in mathematics: classrooms in the context of reform	2010	Canadá
García, A. M., Aguilera, M. A., Pérez, M. G. y Muñoz, G.	Evaluación de los aprendizajes en el aula: Opiniones y prácticas de docentes de primaria en México	2011	México
Frohbieter, G., Greenwald, E., Stecher, B. y Schwartz, H.	Knowing and doing: What teachers learn from formative assessment and how they use the information	2011	Estados Unidos
Carmona, G., Monroy, L., Herrera, M. y García, I.	Prácticas docentes de los maestros de matemáticas y pruebas estandarizadas a gran escala. Evaluación formativa y las pruebas estandarizadas en México	2011	México
Lee, H., Feldman, A. y Beatty, I.D.	Factors that Affect Science and Mathematics Teachers' Initial Implementation of Technology Enhanced Formative Assessment Using a Classroom Response System	2011	Estados Unidos
Havnes, A., Smith, K., Dysthe, O. y Ludvigsen, K.	Formative assessment and feedback: Making learning visible	2012	Noruega

Blanco, M. y Ginovart, M.	Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería	2012	España
Sancho-Vinuesa, T. Escudero, N.	¿Por qué una propuesta de evaluación formativa con feedback automático en una asignatura de matemáticas en línea?	2012	España
Tempelaar, D.T., Kuperus, B., Cuypers, H., Van der Kooij, H., Van der Vrie, E. y Heck, A.	El papel de los exámenes formativos digitales en el aprendizaje virtual de matemáticas: un estudio de caso en los Países Bajos	2012	Países Bajos
Loera, A., Näslund-Hadley, E. y Alonzo, H.	El desempeño pedagógico de docentes en Nuevo León: hallazgos de un estudio basado en videos de lecciones de matemáticas y ciencias	2013	México
Santos, L. y Pinto, J.	The development of self-regulation through assessment criteria	2014	Portugal
Mercado, A. y Martínez, F.	Evidencias de prácticas de evaluación de un grupo de profesores de primarias de Nuevo León	2014	México
Weiland, I.S., Hudson, R.A. y Amador, J.M.	Preservice formative assessment interviews: the development of competent questioning	2014	Estados Unidos
Hanna, J., James, A. y Williams, P.	Does computer-aided formative assessment improve learning outcomes?	2014	Nueva Zelanda
Suurtamm, C. y Koch, M.	Navigating dilemmas in transforming assessment practices: experiences of mathematics teachers in Ontario, Canada	2014	Canadá
Wylie, E. C. y Lyon, C. J.	The fidelity of formative assessment implementation: issues of breadth and quality	2015	Estados Unidos
Akkoç, H.	Formative questioning in computer learning environments: a course for pre-service mathematics teachers	2015	Turquía
Zhao, X., Van den Heuvel-Panhuizen, M. y Veldhuis, M.	Teachers' use of classroom assessment techniques in primary mathematics education--an explorative study with six Chinese teachers	2016	China
Dias, C. y Santos, L.	Portefólio reflexivo de matemática enquanto instrumento de autorregulação das aprendizagens de alunos do ensino secundário	2016	Portugal

Pinger, P., Rakoczy, K., Besser, M. y Klieme, E.	Interplay of formative assessment and instructional quality--interactive effects on students' mathematics achievement	2017	Alemania
Andersson, C. y Palm, T.	Characteristics of improved formative assessment practice	2017	Suecia
Faber, J.M. Luyten, H. y Visscher, A.J.	The effects of a digital formative assessment tool on mathematics achievement and student motivation: Results of a randomized experiment	2017	Países Bajos
van den Berg, M., Bosker, R. J. y Suhre, C. J.M.	Testing the effectiveness of classroom formative assessment in Dutch primary mathematics education	2018	Países Bajos
Romero, I., Gómez, P. y Pinzón, A.	Compartir metas de aprendizaje como estrategia de evaluación formativa: Un caso con profesores de matemáticas	2018	Colombia
Chávez, Y. y Martínez, F.	Evaluar para aprender: hacer más compleja la tarea a los alumnos	2018	México
Andersson, C. y Palm, T.	Reasons for teachers' successful development of a formative assessment practice through professional development - a motivation perspective	2018	Suecia
Kim, H.	Teacher Learning Opportunities Provided by Implementing Formative Assessment Lessons: Becoming Responsive to Student Mathematical Thinking	2019	Estados Unidos
INEE	¿Qué hacen los planteles de educación media superior contra el abandono escolar? Evaluación de la Implementación Curricular en educación media superior (EIC EMS)	2019	México
Park, M., Yi, M., Flores, R., y Nguyen, B.	Informal Formative Assessment Conversations in Mathematics: Focusing on Preservice Teachers' Initiation, Response and Follow-up Sequences in the Classroom	2020	Estados Unidos
Muñoz, M.	Análisis de las prácticas declaradas de retroalimentación en matemáticas, en el contexto de la evaluación, por docentes chilenos	2020	Chile
Schildkamp, K., van der Kleij, F. M., Heitink, M. C., Kippers, W. B., y Veldkamp, B. P.	Formative assessment: A systematic review of critical teacher prerequisites for classroom practice	2020	Países Bajos y Australia

Ramírez, R. A., Ibarra, S. E., y Pino-Fan, L. R.	Prácticas evaluativas y significados evaluados por profesores del bachillerato mexicano sobre la noción de ecuación lineal.	2020	México
Wafubwa, R., y Csíkos, C.	Impact of Formative Assessment Instructional Approach on Students' Mathematics Achievement and their Metacognitive Awareness	2022	Hungría
Zulliger, S., Buholzer, A., y Ruelmann, M.	Observed Quality of Formative Peer and Self-Assessment in Everyday Mathematics Teaching and its Effects on Student Performance	2022	Suiza
Lehesvouri, S., Ketonen, L., y Häikiöniemi, M.	Utilizing informal formative assessment and dialogicity during reflections on educational dialogue in mathematics	2022	Finlandia y Sudáfrica
Boström, E., y Palm, T.	The effect of a formative assessment practice on student achievement in mathematics	2023	Suecia
Rasmini, N. W., Antara, P. A., y Wulandari, I. G. A. A. M.	The Use of Technology-Based Formative Assessment in Improving Mathematics Achievement of Elementary School Students	2023	Indonesia
Besser, M., Hagen, M., y Kleickmann, T.	On the added value of considering effects of generic and subject-specific instructional quality on students' achievements – an exploratory study on the example of implementing formative assessment in mathematics education	2024	Alemania
Raya, K. M.-A., y Olsher, S.	Teachers' Formative Assessment Practices in Their Mathematics Classroom Using Learning Analytics Visualizations	2024	Israel
Hershkovitz, A., Noster, N., Siller, H.-S., y Tabach, M.	Learning analytics in mathematics education: the case of feedback use in a digital classification task on reflective symmetry	2024	Israel y Alemania
Cusi, A., y Morselli, F.	The key-roles of the expert during classroom discussions aimed at fostering formative assessment processes through the use of digital technologies	2024	Italia

Apéndice 2. Guion de entrevista de primer contacto

Eje de indagación	Temas a abordar	Preguntas temáticas
Datos personales	<ul style="list-style-type: none"> Nombre completo 	¿Cuál es su nombre completo?
Formación	<ul style="list-style-type: none"> Formación inicial Posgrado Formación continua 	<p>¿Qué licenciatura estudió usted?</p> <p>¿Cuenta con algún posgrado?</p> <p>¿Qué cursos o diplomados que ha tomado usted considera que han sido significativos para su desempeño como docente?</p>
Experiencia docente	<ul style="list-style-type: none"> Inicio en la docencia Años de labor docente Niveles donde ha impartido clase Nivel y grado donde se desempeña actualmente 	<p>¿Cómo se inició en la docencia? ¿Cómo eligió ser docente de matemáticas?</p> <p>¿Cuántos años tiene usted de experiencia docente?</p> <p>¿En qué niveles y grados ha impartido clase?</p> <p>¿En qué niveles y grados imparte actualmente clase?</p>
Trabajo actual en el aula donde se realizarán las observaciones	<ul style="list-style-type: none"> Grupo para observaciones Temas de matemáticas que ya ha trabajado con los estudiantes Tema de matemáticas en el que se encuentran actualmente Temas de matemáticas por trabajar 	<p>De los grupos donde imparte usted clase actualmente, ¿en cuál le gustaría que se llevaran a cabo las observaciones? ¿Por qué?</p> <p>¿Qué temas ha trabajado ya con estos estudiantes en el año escolar?</p> <p>¿En qué tema se encuentra con ellos actualmente?</p> <p>¿Qué temas le quedan por trabajar todavía con ellos?</p>
Permisos especiales para ingresar al campo	<ul style="list-style-type: none"> Documentos requeridos Entrevistas con director y supervisor Diálogo con estudiantes Diálogo con padres de familia 	<p>¿Qué documentos hay que llevar a la escuela para solicitar el permiso?</p> <p>¿Con qué autoridades considera usted que tendré que entrevistarme para conseguir el permiso?</p> <p>¿Considera usted que es necesario dialogar con los estudiantes antes de las observaciones?</p> <p>¿Considera usted necesario dialogar con padres de familia antes de las observaciones?</p>

Apéndice 3. Guion de entrevista inicial

Eje de indagación	Temas a abordar	Preguntas temáticas
Perspectiva sobre la E-A de las matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje de las matemáticas • Enseñanza de las matemáticas 	<p>¿Cómo considera usted que se aprenden las matemáticas?</p> <p>¿Qué es ser un buen maestro de matemáticas?</p> <p>¿Se considera usted un buen maestro de matemáticas? ¿Por qué?</p>
Planeación de la clase	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de temas a enseñar • Método de planificación 	<p>¿Cómo decide usted qué es lo que se debe enseñar en su clase?</p> <p>¿Cómo planifica sus clases?</p>
Conducción de la clase	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de enseñanza • Apoyo al aprendizaje 	<p>Describa la forma o formas como imparte usted su clase.</p> <p>¿Cómo ayuda a los estudiantes a que sean exitosos en su materia?</p>
Valores y principios asociados a la evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Significado de la evaluación del aprendizaje • Importancia de la evaluación de los aprendizajes 	<p>¿Qué significa para usted evaluar el aprendizaje?</p> <p>¿Por qué cree usted que es importante la evaluación de los aprendizajes?</p>
Conocimiento de los propósitos y el objeto de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de evaluación • Objeto de la evaluación 	<p>¿Qué tipos de evaluación implementa con sus estudiantes?</p> <p>¿Utiliza usted la evaluación formativa?</p> <p>¿Podría darme ejemplos?</p> <p>¿En qué consisten sus evaluaciones?</p> <p>¿Qué tipo de problemas aborda usted con sus estudiantes?</p>
Conocimiento de la interpretación de la evaluación y acciones emprendidas	<ul style="list-style-type: none"> • Noticing del docente • Ajustes a la planeación • Cambios en el curso de la actividad • Apoyo al aprendizaje 	<p>¿Cómo se da usted cuenta que sus estudiantes no han entendido algo?</p> <p>¿Qué hace usted para ayudarlos a entender?</p> <p>¿De qué manera ajusta usted o no su planeación para responder a las necesidades de aprendizaje de sus estudiantes?</p> <p>¿Qué es lo que puede motivar o alterar el desarrollo de su clase con respecto a cómo la tenía planeada?</p> <p>¿Recuerda usted alguna clase en la que usted sintió que no le fue bien o que las cosas no fluyeron como las tenía planeadas?</p> <p>¿Qué hizo a partir de esto?</p> <p>¿Qué es lo que usted hace con la información que usted obtiene a partir de las evaluaciones que implementa con los estudiantes?</p> <p>¿Para qué le sirve la información que obtiene en las evaluaciones?</p>

Apéndice 4. Guion de entrevista previa a la sesión de clase

Eje de indagación	Temas a abordar	Preguntas temáticas
Planeación	<ul style="list-style-type: none"> • Metas de aprendizaje • Evaluación • Secuencia de aprendizaje 	<p>¿Cuáles son las metas de aprendizaje que tiene usted pensadas para la sesión del día de hoy/mañana?</p> <p>¿Qué tipo de evaluaciones piensa usted implementar en esta clase?</p> <p>¿Cuál es la finalidad de esas evaluaciones?</p> <p>¿Qué tipo de información espera usted obtener a partir de esas evaluaciones?</p> <p>¿Podrá por favor explicarme paso a paso en qué consistirá su clase?</p>
Noticing del maestro	<ul style="list-style-type: none"> • Logro de metas de aprendizaje / Criterios de éxito • Respuestas y métodos de solución de estudiantes • Dificultades de aprendizaje • Errores de estudiantes • Situaciones “inesperadas” 	<p>¿Cómo sabrá usted que se lograron los objetivos o metas de aprendizaje de la sesión?</p> <p>¿Qué tipo de respuestas o métodos de solución espera usted obtener por parte de sus estudiantes en las actividades/problemas?</p> <p>¿Qué pasa si un estudiante propone una solución “inesperada”?</p> <p>¿A qué dificultades se pueden enfrentar los estudiantes cuando estén trabajando en las actividades?</p> <p>¿Cómo sabrá usted que se están presentando estas dificultades?</p> <p>¿De qué manera los apoyaría para que superen estas dificultades?</p> <p>¿En qué tipo de errores pueden incurrir los estudiantes al resolver las actividades/problemas?</p> <p>¿Qué le dice a usted este error que comete el estudiante?</p> <p>¿Hay algo que le preocupe sobre el desarrollo de las actividades?</p>

Apéndice 5. Guion de entrevista posterior a la sesión de clase

Eje de indagación	Temas a abordar	Preguntas temáticas
Inicio: ¿Qué me puedes compartir sobre la sesión del día de hoy?		
¿Hacia dónde vamos? Uso de metas de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • Metas de aprendizaje • Comunicación de metas de aprendizaje • Uso de metas de aprendizaje para toma de decisiones • Cambio de metas de aprendizaje 	<p>¿Me podrías por favor repetir lo que pretendías lograr con tus estudiantes el día de hoy? /</p> <p>¿Cuáles eran tus metas de aprendizaje para la sesión de hoy?</p> <p>¿Cuál era la finalidad de las actividades de hoy? / ¿Cómo se relacionan las actividades de hoy con tus metas?</p> <p>¿Los estudiantes conocen y tienen claridad sobre estas metas? ¿Cómo lo sabes?</p> <p>¿Utilizaste en algún momento las metas de aprendizaje para tomar decisiones mientras estabas en el aula con los estudiantes?</p> <p>¿Cambiaron en algún momento tus objetivos por algo que haya ocurrido en la sesión?</p>
¿Dónde estamos ahora? Obtención de evidencia del entendimiento de los estudiantes (Noticing del maestro)	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos previos (si es inicio de tema) • Logro de metas de aprendizaje • Respuestas y métodos de solución de estudiantes • Dificultades de aprendizaje • Errores de estudiantes • Situaciones “inesperadas” 	<p>¿Qué es lo que sabían sus estudiantes sobre el tema al inicio de la sesión? ¿Cómo lo sabes?</p> <p>¿Consideras que las metas de aprendizaje se lograron hoy? ¿Cómo lo sabes?</p> <p>¿Qué fue lo que sus estudiantes aprendieron hoy con respecto al tema? ¿Cómo te diste cuenta?</p> <p>¿La respuestas o método de solución de algún estudiante fueron diferente a lo que esperabas?</p> <p>¿Cuáles crees que son las principales dificultades a las que se enfrentaron hoy los estudiantes? ¿Cómo lo sabes?</p> <p>¿Hay estudiantes que todavía no aprenden el tema? ¿Cómo te diste cuenta?</p> <p>¿En qué tipo de errores incurrieron los estudiantes?</p> <p>¿Te diste cuenta de algo que no esperabas?</p> <p>¿Salió algo diferente a lo planeado?</p>
Cerrar la brecha. ¿Cómo llegamos a la meta de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones del docente para ayudarlos a aprender • Retroalimentación del docente • Evaluación entre pares • Decisiones sobre la instrucción* 	<p>¿Qué es lo que consideras que llevaste a cabo como docente para ayudar a tus estudiantes a aprender mejor en la sesión?</p> <p>¿Consideras que les proporcionaste retroalimentación a los estudiantes? ¿Cómo les ayudó a aprender?</p> <p>¿Promoviste la evaluación entre pares? ¿Cómo les ayudó a aprender mejor?</p> <p>¿Tuviste que hacer algún cambio en el transcurso de la sesión y que no tenías contemplado?</p> <p>A partir de lo ocurrido hoy en clase, ¿tienes pensado hacer algún ajuste para mañana?</p>
Cierre: ¿Algo más que quieras compartir conmigo sobre la sesión de hoy?		

Apéndice 6. Ejemplo de transcripción de entrevista posterior a la sesión de clase

Identificador de entrevista: D3-ES4-18092017

Duración de entrevista: 55 min. 33 segs.

Abreviaturas

E: Entrevistadora

P: Profesor(a)

() Para comentarios del transcriptor

... Para una palabra prolongada como en espera de respuesta

(¿) Para lo inaudible o de lo cual no se está seguro

(...) Pausa corta de silencio

(Seg.) Se pone entre paréntesis el tiempo de una pausa larga (≥ 5 seg.)

// Se pone entre diagonales el habla simultánea de dos o más personas

P: Ante las vicisitudes que tienen uno como la última hora...

E: (se ríe) La última hora, ¿verdad?

P: Ash..

E: Sí... sí los vi, pero es normal, ¿no?, es parte del...

P: Pero se trató al menos de identificar y recordaron, ya mañana entro con proporción directa, proporción inversa, características, ...

E: Ok

P: Pero ya...

E: O sea lo que usted...¿qué es lo que...? Lo que yo tengo también es un guion de entrevista, digamos como la otra vez, igual... ¿qué es lo que usted pretendía lograr hoy con ellos?

P: Recordar

E: Recordar...

P: Recordar y que vieran, o sea la proporcionalidad se puede hacer en tablas.

E: Uhum

P: Y ahorita ya más o menos se dieron cuenta que había que revisar su libreta de la semana...

E: Uhum

P: Ya con eso, porque mañana entro bien (enfatisa) en la proporcionalidad, bien en las tablas y las gráficas y...veo las características.

E: Las características, OK, ehmm...¿usted considera que ellos tienen...conocen y tienen claridad sobre las metas de aprendizaje que tiene usted?

P: Mmm... No todos.

E: Uhum

P: Pero algunos sí, yo creo que de aquí... el 60 – 70 por ciento tiene claro que tiene que llegar al aprendizaje esperado y tiene que cumplirlo, me sorprendió mucho él (refiriéndose al lugar de un estudiante)

E: Uhum

P: Esta parte sí y esta parte no.

E: Uhum

P: Con eso (enfatisa) yo ya tengo claro que llega un poquito de como..., mmmhhh tal vez metaconocimiento, pero sí “a ver qué estoy aprendiendo y qué no” (refiriéndose a pensamientos de estudiantes), que sí es parte del metaconocimiento, al final sí. Entonces, algunos ejemplos, “¿Qué me va a dar?...Lo aprendí, ¡ah perfecto!” (refiriéndose a pensamientos de estudiantes)

E: OK

P: O sea...hay unos que sí //y otros que no.

E: y otros que no//

(... >=5segs)

E: ¿Considera usted que estas metas, objetivos que usted tuvo para la sesión de hoy cambiaron en algún momento por algo que haya ocurrido en la sesión?

P: Mmmhh...digamos que no cambian, pero no se cumplieron.

E: Uhum

P: La hora, no sé cómo estaba su horario el día de hoy, yo creo que sí ya estaban cansados, estaban fatigados, es lunes, o sea, ahí tengo creo que todas las de perder ahí.

E: Uhum

P: Y como maestro a veces se nos hace fácil: “bueno ¿sabes qué? No hagas nada ya..., te dejo un ejercicio”. Y lo de menos hubiera sido dejarles un ejercicio ya simple que lo integraran... y...va... mañana empiezo. Pero me pongo a pensar que mañana es Ipad. Entonces no puedo llegar de cero en Ipad, porque en SEP, en Ipad (corrige) quiero que practiquen, que es mi propósito de mañana. Que... “A ver, esta, ¿cómo creen qué

es? ¿Directa o inversa? ¡Ah! es directa. Analiza: Una sube, una baja. Una sube, una baja. Las tablas las voy a analizar”.

E: Uhum

P: A partir de ahí, bueno vamos a graficar rápidamente y a ver: “Esta es directa, ¿qué relación tiene con la gráfica? Esta es inversa, ¿qué relación tiene con la gráfica? Esta no es directa, ¿qué gráfica tiene?”

E: OK

P: Pero ya están a partir de la gráfica, ahorita ya se dieron cuenta que tal vez si era como...muy ...y traté de usar el software que me proporciona el (ζ), pero a veces no es tan (?)

E: OK. Ahora, ¿qué de las metas de aprendizaje considera que no se lograron y cómo lo sabe usted? Ve que me dijo que había una parte para el día de hoy, una parte que alcanzó y otra no tanto, ¿qué es lo que a lo mejor no se alcanzó y como sabe usted que no se alcanzó?

P: Físicamente reconocieron que hay una que es proporcional...

E: Uhum

P: Y una que no es proporcional, distinguieron que hay diferentes, cuando hay un valor inicial y cuando no hay valor inicial, pero no llegan a distinguir cuál es la característica de una proporcionalidad directa, de una lineal y de una inversa, que son las tres que voy a manejar ahorita.

E: OK., eh...

P: No lograron eso..., el ejercicio era muy...Aja...

(Interrupción de alumnos, 3 min aproximadamente).

P: Te imaginas si...yo a veces digo, ¿hasta dónde les puedo exigir? Si no saben (?) (risas) entonces menos va a saber... o sea... ya con lo que Marín se acordó, de que.. ¿qué se acordó?...de semejanzas... ya, ya se siente bien que participó, ya dice “¡ya la armé! ¡participé!” y le tomo en cuenta la participación, dice “¡ya!”, es lo más que puede.

E: Uhum

P: O sea, a Estefi le exijo porque tiene que sacar, Conchita es otra.

E: Uhum

P: Ella es la que me cuesta mucho trabajo, Vicente, no habla, no escribe.

E: La de hasta atrás.

P: Pero ella es así y le vale la calificación, “Es que no..., es siete, perfecto” (refiriéndose a lo que dice la alumna), ¿cómo le ayudo?

E: Uhum, ¿y los papás vienen?

P: No

P: Es más fácil que venga la mamá de Estefi a decirme “oiga profe, no le calificó tal tarea a mi hija” y sí la tenía, a ella.

E: Ya...

P: Entonces, digo, sí me preocupo por ella, pero si ella tampoco se preocupa por ella misma...

E: Uhum.

P: Y Cuaya igual. Y Cuaya sí son de los que... tienes que estar atrás de ellos, tienes que estar atrás de ellos...si no, no lo hacen. Entonces los objetivos de aprendizaje van en relación con la (¿)... yo ahorita ya vi, que en general, porque ya es su horario, ya es, no es pretexto, pero recordaron que hay unas proporcionalidades, encontraron algo de variable, encontraron algo y que les...muchos, los que sí... quieran, esto lo vi hace un año.

E: Uhum, OK.

P: Entonces ahí les voy a poner de tarea: traer la libreta del año pasado (enfatisa)

E: Uhum

P: Porque esto lo vi el año pasado.

E: Claro

P: Entonces... yo dije, ahorita a ver si, bueno dije no hay problema, andamos mal, vaaamos a empezar.

E: Uhum

P: No hay problema, mañana veo qué se acuerdan de esto.

E: Uhum

P: Y mañana empiezo ya casi casi con actividad, se acuerdan a ver checo esto, creo que me voy a eliminar el Kahoot, tal vez, tal vez, no lo sé.

E: Aja, esa era mi...iban a ser mis preguntas, que, si usted tenía a partir de lo que vio hoy, ocurrió hoy ¿si tenía pensado, hacer algún cambio o ajuste a la planeación y cuál era?

P: Sí, Tal vez el Kahoot lo voy a relacionar con tablas, a ver.. “¿esta es directa o inversa? Para empezar, ¿cuál es directa? Se acuerdan que las dos aumentan, pero hay una característica por ahí, que empieza en (0,0) (cero, cero)”.

E: Uhum

P: “¿Cuál es lineal o de la forma $y=mx+b$?” Yo se los dí como $y=mx+b$. “¡Ah! Pues tiene un valor inicial... y la otra es inversa” y así les voy a poner tablas, inversa, directa y a ver cómo van y en base a esto voy a usar el Kahoot

E: ¿El Kahoot que es?

P: Es un juego.

E: ¡Ah! Es un juego, aja...

P: Entonces... voy a corroborar los resultados, yo les di el codominio, pero primero yo creo que mañana me toca a la...

E: 8.40

P: 8:40, no me da tiempo llevármelas temprano (refiriéndose a los Ipads), entonces... yo creo que voy a llegar con el Kahoot y...es que la parte de la retroalimentación de la clase anterior (hace referencia a la planeación que entregó por escrito), corroborar resultados, los voy a poner a coevaluar, tal vez, evaluar...que va a ser coevaluación... con método y de ahí, antes de las gráficas voy a analizar tablas (enfatisa), para que se cumpla esto (sigue haciendo referencia a la planeación que entregó por escrito).

E: Mmm OK.

P: Y de ahí ya me voy, “ahora graficalo” (enfatisa)... quería yo que pusieran los valores y les saliera la gráfica. No. Les voy a dar nada más la función, lo graficas, y ve la relación cómo es diferente.

E: Entonces hoy vi que la tarea, vi que les dijo, ¿no? al final, acá apunté, este...la tarea ya no van a.... ¿cómo puse acá? (para sí misma)...

P: Ya no van a graficar...

E: Ya no van a graficar, solo va a ser tablas y no gráficas, este...¿este también es un ajuste?

P: Aja, no, de hecho, ahí se me pasó que decía, tablas, gráficas, porque las gráficas las van a hacer acá, en el Ipad.

E: Ah...OK.

P: Y entonces ya cruzo información.

E: Mmm ..OK.

P: De hecho, mi planeación es para cuatro días, pero espero terminar cuatro o si no el quinto//

E: El quinto, OK.//

P: Porque...sí me fue muy importante cerrar el tema de... de...o sea ya por lo menos ya lo vieron en general y vio que se cumplió o no se cumplió.

E: Uhum, uhum, OK.

P: O sea, la parte de cerrar que el viernes no pude.

E: Uhum.

P: Por lo mismo, que era la última hora, ya se querían ir, es 15... entonces siempre como maestro a veces estas horas...

E: Son como más complicadas...

P: Y tengo aquí estas, así como que, (¿) la única que tengo así bien es esta, (refiriéndose a algo) es de iPad, no hay bronca.

E: Ahora, ¿hoy en la clase se dio usted cuenta de algo que no esperaba o salió algo distinto a lo que usted tenía pensado?

P: Sí, que pensé que tenían más recuerdos de lo de hace un año.

E: OK. Uhum.

P: Pero, puedes omitir esta parte de proporcionalidad, factor de proporción, dije, “no se la saben, OK, vámonos a lo siguiente”...

E: OK y... ehmmm ¿qué considera usted por ejemplo que hoy en la sesión hizo como maestro para ayudarlos a aprender mejor, dadas las condiciones que vió?

P: ¿Qué hice yo como maestro para que ellos aprendieran mejor? ... Tal vez esta parte, la segunda parte, pues es que... cerré, y eso me gustó, que en el cierre vieron que hay cosas que aprendieron, hay cosas que no, hay cosas que ya entendieron, que entendieron los tres criterios de congruencia, entendieron los criterios de semejanza, entendieron cómo hacer una demostración, por lo menos paso a paso, si no lo saben, les cuesta el razonamiento lógico, pero saben que va la hipótesis, un razonamiento lógico, hipótesis, razonamiento lógico (?) Entonces, eso hizo que ...aprendieran un poco mejor, o que aprendieran un poco más. La segunda parte traté de tener orden, en ese orden se pierden todavía porque son así como más ... “¿Y qué escribo? ¿Y qué voy a escribir?” (refiriéndose a los estudiantes). Todavía les falta la parte autodidacta, yo pienso que lo que hice para que puedan aprender mejor... es... como tomar en cuenta sus participaciones por muy toscas o torpes que sean, y aprender a base del error. Cuando Dana dijo “¡Ah!” Pues es $2x$ ”. OK. No le dije que estuviera mal.

E: Uhum

P: OK. ¿Entonces cuando tenga 28, ella va a tener 56? “¡Ah! No. entonces es $x+14$. ¡¡Ah!!” ¿Entonces hay una relación de...de proporcionalidad? No. ¿O de adición? La parte de redirección...

E: Uhum

P: Yo siento que es una fortaleza que como maestro debes tener. No nada más estás mal, corrígelo. OK a ver. ¿Dónde está tu error? ¿Cuál es tu error? Y no te voy a decir, estás mal. “Ajá, ¿entonces pasa esto?” Le pongo el caso para que se equivoque y razone.

E: Uhum.

P: La parte de la redirección. Otra parte, cuando le dije...este... Si es la variable independiente, ¿la otra es?...”¡Ah! Pues sí es independiente” ¿Y qué hago para sacar Y a partir de X? “¡Ah! Pues le sumo tal” Y por ejemplo, digo a ver... Y entre ellos se ayudan, (?) dijo “¿A poco no es cierto? 3 más 3 no son 9” Y el otro se queda... “¡¡Ah!! Sí es cierto. Entonces 3 por 3”. Esa parte ahorita fue como que, espérate todo una mezcla de todo, pero era parte de romper el cascarón de lo que a ver qué tanto sabemos. “No sabemos nada”. No hay bronca. Para mañana empiezo otra vez a antes de graficar, pero ya no va a ser la gráfica. ¿La van a graficar? Sí. Pero nada más como práctica, les voy a bajar en el tiempo, 7 minutos, 5 minutos, ¿por qué? Porque nada más incluye la gráfica, te sale, capturas pantalla y lo guardas en Schoology.

E: Uhum.

P: O lo guardas en tu correo electrónico.

E: OK.

P: No más. Entonces, mi prioridad va a ser que a partir de lo que supimos, vamos a ver qué es lo que vamos a hacer el día de mañana. Por eso yo siento que sí está bien planear, pero a veces... te cuadra. Y yo veo que esto no se pudo, yo antes de hacer tipos de proporcionalidad en gráficas, voy a analizar las gráficas, las tablas. Esta me dijeron que es de un valor inicial (refiriéndose a una tabla)... ¿Dónde se ve el valor inicial? En el 0, cuando X vale 0 tiene un valor inicial. ¡Ah bueno! Esta no tiene, y esta tampoco.

E: Uhum.

P: Ahí, por ahí hay unas características que ellos van a...o voy a poner en el pizarrón, y como que las van escribiendo y después van a complementar todo.

E: OK.

P: De esto quiero un como, como, como... producto de la evidencia, es que todavía voy a ver ecuación de la recta, entonces un esquema, también, yo creo que con eso, porque no hay mucho que hacer en esto.

E: Cuando usted dice esquema, ¿a qué se refiere? ¿como un mapa conceptual?

P: Forma de...Para nosotros en la escuela el esquema es una forma de concretar el aprendizaje.

E: Ah... OK.

P: Contenidos. Puede ser un esquema de aspectos y características, características y aspectos, este sería de clasificación jerárquica, y de clasificación también o de diferencias y similitudes. Hace un año hicieron uno de diferencias y similitudes muy bonito, por eso me quedé, dije “¡Chance y ya se acordaron!”. Pero pues obvio, no se acuerdan y tal vez porque el aprendizaje no fue del todo fuerte, o sí se acuerdan pero no les...no...no les ven una importancia tan, tan fuerte. Por ejemplo, ellos hicieron esto, se los voy a presentar.

E: Uhum.

P: Entonces el tema ya estaba visto, pero ahí es donde venía hoy. Si hubieran contestado muy bien hoy, “¡Ah! Es que es una relación proporcional” (habla refiriéndose a los estudiantes) y ellos casi casi hubieran conducido la clase, me hubiera saltado casi lo de las tablas.

E: OK.

P: Por mi idea que con las tablas no causara tanto conflicto...

E: Uhum.

P: Pero se dedicaron más a copiar la tabla y “¿A qué horas pego el papelito?” a.. “qué es lo que estoy estudiando”.

E: Uhum.

P: A veces esa es la parte que, que... da en cuanto al constructivismo...la parte tradicionalista o metodista, metódica, entonces... a veces uno va por aquí y le dicen no es que tienes que... pero yo quiero llegarle a construir, pero no llevas la metodología, así como tiene que ser. Entonces esa es la parte que como maestro a veces tienes que estar envolviendo a los dos.

P: Yo traté de llevar orden...

E: Uhum

P: Entonces se dedicaron más en el orden, que en el contenido. Yo quería este... tratar de llegar un poco más a esto, pero mi clase fue ganada y gané porque vi “No aprendieron muy bien el año pasado, o se acuerdan, pero no se acuerdan bien”. Porque sí se acuerdan que tiene un valor inicial y ya como que... ahí va esa parte. Pero vi que ya... Ya me sirvió de diagnóstico...

E: Uhum

P: Y aparte venía planeando, preparándome algo malo porque...ahí nos dijo, mandó la agenda el profe Abelardo, “Posible Simulacro” (refiriéndose a la agenda que les mandó el subdirector con los eventos de la escuela).

E: (risas)

P: Entonces todavía... después de los dos que tuvimos en la mañana...

E: ¿Tuvieron dos simulacros?

P: Tuvimos dos //temblores

E: Temblores// ¡Ah! Sí es cierto, tembló 5 punto y pico, ¿no? ¿y si sonó la alarma?

P: Sí. Aquí suena y vámonos pa´ bajo.

E: Yo no sé ni dónde estaba, bueno creo que estuve...anduve en varios lados, hoy no voy a UPAEP, pero ni cuenta me di.

P: O sea sí nos bajaron a esta hora y a esta hora, entonces...

E: Claro, y van siendo interrupciones...

P: Entonces, después nos movieron el receso, después en esta hora había que hacer una retroalimentación, yo dije “nomás donde me toque aquí, mañana, que al rato haya simulacro, ya valí”. Por eso mi clase estaba bien apretada (enfatisa).

E: Uhum, uhum, OK.

P: Entonces también tengo que ir al ritmo de ellos...

E: Al ritmo de ellos//, claro, y usted ahorita ya como para cerrar ahorita la entrevista.

P: Sí, sí, por mi no hay ningún problema//

E: La idea es que no sean muy largas, o sea, la idea de estas entrevistas es que yo pueda, es como ahorita, ir retomando cosas que pasaron en clase y que usted me dé como su perspectiva, porque claro, cada persona las interpreta de acuerdo a... pero lo que a mí me interesa es su interpretación (enfatisa). Si usted ya me pudiera como sintetizar, como ¿cuáles fueron como los principales ajustes que hizo en la clase de hoy, a partir de lo que vio? ¿cuáles serían?

P: Bien, el cierre de la clase anterior me tardé un poquito más de 10 minutos, mmm...pero era importante que todos se completaran, tuvieran la oportunidad de participar, una. Otra, que cerrar el tema de ... o sea no me puedo quedar con nada más las evidencias que ya he estado calificando... y que ya tengo una actividad para ello, sin cerrar en general esto. Otro, eh...(?) indagará conceptos como proporcionalidad, factor de proporción, no este...no me dediqué al factor de proporción, porque se iban a perder más...

E: Uhum

P: Y sí distinguieron las tablas con los esos y estuvo bien, pero ya no hubo tal metacognición de “Ah esto”, bueno no metacognición, el contenido como tal, “¡Ah! esta es directa, esta es inversa y esta es..”, aunque no venía aquí, pero esa era mi tirada.

E: Uhum

P: No se cumplió, no hay problema, pero si me sirvió de diagnóstico para ver las áreas de oportunidad de.. el tema. Y creo que más fue ganado que perdido, porque, aunque fueran 20 minutitos, los de hoy, que diagnosticué que no se acordaron mucho, esos 20 minutitos hubieran sido en la clase de mañana y entonces, no hubiera aprovechado el Ipad.

E: Claro.

P: Otra. Esos 20 minutitos tal vez recordaron esto y recordaron cómo se grafica, cómo se tabula (?), mañana vamos a ver los resultados y voy a ver qué tanto hay dificultad en esto. Entonces así como una adecuación, más que nada en los tiempos y en la parte de qué es lo que quería yo lograr, quitar algunos conceptos de ... proporcionalidad... no llegué al punto de concepto de proporcionalidad, más que nada por la... actitud que tenían muchos de ellos. Grupos que llegas a la última hora y órale a trabajar, pero este, este de plano ya decía “Libertad, ya, libéreme //

E: (risas)//

P: líbereme, ya me quiero ir”. O sea, estabas dando clase, “Ya me quiero ir”, (refiriéndose a la actitud de los estudiantes en clase) o sea...//

E: (risas)//

P: Moralmente dices “Vete, o sea, córrele, ya pero mañana no me estés fregando que no entendiste el tema, por favor” (lo dice en tono de chiste y con un poco de risa).

E: Sí, porque hasta se volteó conmigo y me dijo “Ya me quiero ir” (lo dice en voz con un tono más bajo) (risas) (refiriéndose a la estudiante que se sienta al frente). O sea si la pobre andaba como... (risas)

P: O sea, no vino el viernes, no le entiende, le da igual, la mamá dice que es muy inteligente (enfatisa), entonces...

E: Claro.

P: ¿Qué haces como maestro?

E: Sí.

P: A veces tienes, dices, “Ay... mi ética me dice que no la pase”.

E: Uhum

P: No te quieres meter en problemas.

E: Uhum.

P: Son cosas que tal vez uno como maestro dices “¿Qué hago? Ya... ¿sabes qué?, no puedo dar más, te echo la mano, no quiero ser tu enemigo, no nada” Pero no tienes (?)

E: Claro, sí.

P: Entonces muchos ya dicen “Ya no quiero”, “Ya me quiero ir”, “Ya vámonos, ya...” (?) de por si la..., la... pero a pesar de todo eso, la planeación, en su 90% o casi 100% se cumplió, porque si yo pongo esto, un problema textual con la tabla que representa, lo hicimos y tomamos en cuenta las variables, corroboración del ejercicio usando la técnica de la pregunta, lo hicimos, ya lo mezclé ahí, en vez de dos actividades, fue una misma y pues al final la planeación no es rígida.

E: Uhum. No. No y de hecho, ahorita lo que, en mi investigación, a lo mejor para que... yo voy precisamente tras los ajustes... del maestro.

P: Y sí, o sea//

E: O sea// cuál es el... cómo ajusta y cuál ajuste y cómo el maestro piensa y razona esos ajustes, ese es digamos que es lo que a mi más me interesa por así decirlo.

P: Y a pesar de que fue el diagnóstico, si hay algo de corrección, de redirección.

E: Uhum

P: Porque hay cosas indispensables, como eso de cuándo es una relación proporcional y no proporcional, esta no es proporcional, la de Estefi y la de su hermana.

E: No, uhum.

P: ¿Por qué? Porque no hay un doble, o un triple o un factor de multiplicación que derive uno al otro y ya recordando un poquito de variable independiente y dependiente, tal vez “los mecheros” sí lo entendieron, los otros, “Eh...? ¿Cuál era la independiente?”, pero ya lo van a entender cuando grafiquen.

E: Claro

P: Cuando tabulen y digan “Ah...¿quién depende de quién?”

E: Uhum

P: Pero ya se acordaron y por lo menos ya lo tienen en su libreta.

E: Ah...OK.

P: Ya dices “Ah bueno, ya vamos a cambiar de tema”. Ya casi mataban a Estefi cuando “Un ejercicio más” (lo dice en tono de risa) (hace sonidos imitando el reproche de los alumnos). Es difícil eso, esto es más simple, pero es teórico.

E: Uhum.

P: A mí me gustan los temas, por ejemplo, el que sigue es, vamos a ver ecuaciones cuadráticas, de por medio de factorización mixtas, entonces “¿Este es el método?” “20 ejercicios”, “¿Quién pasa?, ¿quién pasa?, ¿quién pasa? ¿Quién lo tiene? ¡Vamos! Tendido, tendido” Así puedo detectar. Por ejemplo, Cuaya, ese Cuaya a veces digo “¿Cómo le hago con él?”, ahí la pesca, pero es muy distraído.

E: Es el muchachito que está como por acá, ¿verdad?

P: (asiente con un sonido)

E: Uhum, uhum, OK. Sí OK (con tono de risa)

P: Entonces yo creo que mañana veo las características de la tabla, entonces voy a cambiar aquí, ay, no sé dónde, esta no es (refiriéndose al formato de planeación).

E: Sí, no se preocupe, no, no se preocupe.,,

P: Entonces, esta es la 1, esta es la 2...

E: Esta es la de mañana, esta es el Kahoot.

P: Esta es la 1, ah... es que todas las sacó como 1, a ver se las ordeno miss.

(Conversación sobre el acomodo de hojas de la planeación..conteo)

P: Entonces, mañana, esto yo digo que sí se cumplió en cierta parte, mañana me toca esto y con esto hago una retroalimentación y antes de que, no lo voy a hacer en (?), lo voy a hacer coevalauado.

E: Uhum...ese cambio, ¿a qué atiende?, velocidad//

P: El tiempo.// Y porque veo que algunos no... y voy a tomar en cuenta esa parte. Así como rápidamente quién tuvo por lo menos dos bien, dos tablas correctas, ¿son qué?, son como 24 resultados... Porque si yo digo, “¡Ah! Este es este, díganme ustedes” Hay chicos que no lo van a entender y no saben ni porqué, lo coevalúan, les doy los resultados y “¿quién lo tuvo bien?”. No sé todavía, ahí estoy en esa parte, ¿no?

E: Uhum, no se preocupe, uhum.

P: Tal vez con dos o tres tablas, pero... que identifiquen cuál es directa y cuál no es directa.

E: OK.

P: Con que identifiquen a partir de las tablas, se cumple esto.

E: Uhum

P: (¿) Proporcionalidad en tablas, después va proporcionalidad en gráficas, con eso cierro. Tal vez esto me tarde un poquito más, pero...si los, o tal vez por el horario, si..., no sé, hay cosas que dices, “ay”...

E: OK. Sí está bien, perfecto. Pues ya creo que de mi entrevista, ya sería todo, ¿no sé si usted quisiera compartirme algo más sobre la sesión de lo que haya yo preguntado?

P: (5 seg.) Quisiera que varios hablaran, pero... no sé cómo a veces sacar a Vicente de su estado de confort, ahí la pusieron (refiriéndose a la estudiante y el lugar donde se sienta)

E: Uhum, ¿usted no los puede cambiar de lugar? No

P: Sí, sugerí, incluso, es que mire...aquí (?) el niño de aquí, ¿si lo ubica?

E: Uhum

P: Ese es tremendo.

E: Uhum

P: Este también es tremendo, pero creo que está ahí embobado con la de atrás...

E: (risas)

P: Entonces, ya ahí lo tienen... aquí, pero si están en plena melosidad, ya lo perdí. Tengo al de allá atrás que es tremendo.

E: Uhum, uhum.

P: Entonces está en esa esquina. Ahora de las niñas, tengo allá atrás a Balbuena y Conchita y Danae, son de Voli, entonces toda la vida va a estar plática y plática y plática y plática y plática

E: (risas)

P: Melani, es más, este... calla todo lo que quiere. Cuaya con Escalante que no habla, pero sí cuando habla dice buenas cosas. Escalante, Cuaya, por eso no me preocupa tanto que hable o no hable (se ríe).

E: Uhum.

P: Mario y este... el otro que se llama...Ferrer están armando un panchangon y a Cuaya por lo menos ahí lo tengo trabajando, trabajando, trabajando. Allá atrás quién sabe. Entonces lo que nos pidió la asesora es que viéramos con quién sí y con quién no los podíamos juntar.

E: OK.

P: Entonces, Vicente quedo hasta allá atrás, porque si no aquí agarra la pura pachanga con Melani.

E: (risas). Entonces ya los tienen perfectamente bien ubicados.

P: Tuve en primero, y también las condiciones de cada uno... Tuve en primero a Gala, a Lelani, Estefi, a Cuaya, a Mejía..., a Luna, a ellos los tuve desde primero y a todos los tuve en segundo.

E: Segundo, uhum.

P: Entonces ya se por dónde van y ya sé que también por ejemplo, con esta niña de Vicente entiende y lo hace, nunca habla, nunca dice nada, pero lo entiende.

E: ¿Es la de atrás?

P: Atrás, lo hace y no le gusta y de repente, ella con su 7, 8 está más que conforme.

E: Uhum

P: Pero Leilani no, y Estefi no. Y aquí el sistema, no sé si es el sistema de acá o es el sistema general que tiene ya la, la vida de competencia... que a veces la competencia leal de compañeros, queda muy, muy perdida y más cuando son de tercero. Todavía los de primero "Ay pues sí le ayudamos al amiguito". Los de tercero, "No, no quieres, no te voy a estar ayudando". Porque saben que hay flojos. Cuaya no lo hace por flojo, Cuaya entiende muy bien. Vicente no lo hace por floja, porque simplemente no le interesa. Tengo a Ixcoa, no habla, pero entiende, no me preocupa si cuando le pregunte algo lo, lo va a... En cambio con Osorio, con él y con ella, con..."Levanta la mano, la tienes, dímelas" Algo muy fácil. También yo, yo lo veo contigo, "A ver, ¿qué entiendes de congruencia?" "Nada más dime la sílabas" y con eso ya va a entender bien. Ahora que si le digo, "a ver, razona todo eso y a qué conclusión llegas..."

E: Uhum.

P: Entonces esa se la dejo a Estefi, eso se lo dejo a Ixcoa, eso se lo dejo a Escalante, a Conchita.

E: Uhum.

P: Entonces ahí voy mediando, con quién sí, y con quién no.

E: No, uhum.

P: Pero intento así, a veces la competencia, es de “¡Yo me lo gano!” y siempre digo “Una participación al día”, “Yo quiero doble” (refiriéndose a los alumnos).

E: Ahora, esto que observo que a mí me llama la atención, es esta preocupación de que participen todos, ¿eso es de usted o es de la escuela?

P: Bueno de... hace un año tenía yo dentro de mis criterios de evaluación, la participación, y entonces terminamos una actividad, te doy participación. Ahora no, ya lo dividí, entonces yo les decía...

E: ¿Lo dividió cómo?

P: Participación y actividad en clase.

E: Ah.. OK y ¿por qué lo dividió?

P: Porque de repente, muchos terminaban el trabajo.

E: Uhum.

P: Y ahí está. Pero me llegó un momento que una chica tenía treinta y tantos y otros siete. Entonces el director dijo “¿Por qué? Necesitas ver la manera de alinearlos”. O sea, “¿Cómo le hago si no trabaja?”, y entonces (¿) entre varias compañeras quedamos “¿Por qué no tomo la participaciones orales?” Y entonces tienen que participar todos. Porque si no, me me enfoco a Estefi, a Conchita, a...Cisneros y a Vicente lo dejo atrás y a Osorio y ya está...bueno...

E: Ah OK.

P: Entonces... hay chicos que “¡Yo, yo yo!” (refiriéndose a un estudiante que quería participar)...y tenía yo un alumno hace un año que hasta pataleaba, me hizo un berrinche así “¿Por qué yo no participo?” (refiriéndose al estudiante que se expresaba con tono enojado) “Dale chance a tu compañero, que pueda” Y siempre intento eso “Oye él puede, déjenlo, puede solo” (?) directa, una pregunta directa “Tú, ¿cómo ves esto?” O tal vez se los lanzo, pero siempre intento que todos participen, a mi me queda debiendo ella atrás, pero de ahí en fuera...//todos participaron

E: todos participaron//

P: Y si usted ve el promedio, sacamos que es..., el promedio es 567...567 (repite lento y se entiende que está metiendo la información al Ipad)

E: ¡Ah! Este es el Dojo, ¿no?...

P: Aha, entre...son 24...23... Si usted nota, alrededor todos están del 23. Con...ellas son las que me están ahí punteando.

E: Uhum

P: Pero siempre va a ver un punteador. Si yo saco una desviación, póngale que son como de dos...

E: Uhum

P: Y entonces pongo el 10 en el 25, y los demás pa bajo... y nadie saca 5.

E: Claro.

P: Y es algo tan...es tan...este...

E: ¿Y desde que hizo este ajuste, observó usted algún cambio?

P: Sí, que ya veo, compruebas decirle al papá o a mamá o a la directora “Oye, no trabaja en clase o no participa”.

E: Uhum

P: Porque hay chicos que no participan, pero trabajan en clase, creo que (?)

E: Uhum OK, OK.

P: Trabaja en clase pero no participa oralmente.

E: OK.

P: Entonces, y el porcentaje es mínimo, prefiero que trabaje en clase a que participe.

E: Uhum... y este, ya luego si quiere en otra entrevista, este, ya podremos platicar sobre...eh...luego cómo conforma usted sus calificaciones, o sea, cómo integra todo. Y luego, ese era un tema, pero hoy ya no, para no alargar más y la otra...acá voy a poner las calificaciones (se oye que escribe)... y una que iba yo a preguntar... ¿cuándo dice que el director le dijo que estaba desnivelado, tienen alguna sesión de retroalimentación con el director sobre calificaciones?

P: Cada mes.

E: ¿Cada mes?

P: Cada mes. Hay veces en que, bueno, cada mes nos checa la página, cuántas tareas subimos, cuántas actividades, este... Piden la libreta de algún alumno o piden la libreta o libro, “¿Cuánto llevas?” “El 20%” “¿Tu compañero, cuánto lleva?” “El 20 %” “Van bien, ¿cuánto llevan de libreta?” “Pues el 20%” “Debes llevar como el 20% del año, porque vas en quinto bimestre.” En primer bimestre, OK. “¿Cuántas tareas dejaste? ¿Subes en la página? Tienes 20 tareas, ¿cuántas revisaste?” “Veinte” Entonces va muy de la mano.

E: ¿Y esa página es el Schoology?

P: No, la página de la escuela.

E: ¡Ah!...la página de la escuela. ¿Además tienen una página? ¡Ah! ¿Llevan qué? ¿Como un seguimiento de calificaciones?

P: No. Le voy a enseñar. De hecho no subí mis criterios, si es cierto. Esta es la página de la escuela. Aquí los chicos pueden ver de este lado, sus tareas. Yo subo la tarea, entonces el maestro encargado de la plataforma, bueno, no de la plataforma, de la página. “¿Cuántas tareas dejaste?” “Quince” “OK”. “¿Cuántas evaluaste? En tu reporte de calificación marcas 15”. Eso ya es muy extremo, pero cuando se suscita un problema, (carraspea), el director confía mucho en nosotros, y dice “Bueno, calificación de 8 perfecto, no hay bronca”. Pero viene el papá o viene una mamá y dice “Bueno, porque sacó mi hijo 8 si era de 10” “Hay que preguntarle al profesor” “Dame tus criterios, cuántas tareas están haciendo”... Entonces el papá viene como dice, viene con el hacha...

E: Desenvainada.

P: ¿De a ver quién?, ¿no?

E: OK.

P: OK. Tuviste 15 pero si aparecen 10 en la página, no le puedes califi... es que hay un criterio aquí, que si no subo la tarea a la página, no la puedo revisar, ni exigir.

E: Mmm

P: Y aparte en la bitácora.

E: Mmm

P: Entonces, hay una parte, ellos... si usted ve, se estaban peleando la bitácora, ¿Por qué? Porque ahí veo qué me dejaron de tarea.

E: Uhum

P: Cuaya es de los que ... “¿Qué me dejaron?” (con tono de chiste)

E: (risas)

P: Se lo lleva y ya me le lo llevé ¿no? (con tono de chiste). O sea, hay los que (¿) de tarea, “Me dieron mi libretita de tareas y aquí dice qué tarea tengo que hacer y ya no veo bitácora”, es cosa de cada quien.

E: Claro, claro.

P: Entonces,

E: Pero, ¿acá suben calificaciones a la plataforma?

P: Hay... Bueno. Aparte, nosotros llevamos una lista.

E: Uhum

P: Donde viene cada aspecto y cada alumno y cada rubro, yo no puedo nada más sacar 8. “¿Aja y qué le calificaste?” Aparte hay una que es criterios de evaluación, aquí entiendo que tengo que subir, mis...me van a regañar...mis criterios. Tanto, tanto, tanto, tanto... y yo se los entrego al asesor y por eso (?) ve cada uno qué es lo que está evaluando.

E: Mmm.

P: No hay un seguimiento como tal de cada alumno.

E: ¡Ah! Esos son profesores aja (se entiende que ambos están viendo la página). Ah pero van poniendo examen, trabajo de clase, tarea, aja, como los porcentajes OK.

P: Y entonces el papá dice “Bueno, dame tus calificaciones, quiero ver, quiero ver al profesor”. OK. Saca esto, sacas tu lista, sacas tu tarea, sacas todo y le dices esto fue así, así así, así...Yo soy de los más cuadrados en esto, obviamente, matemática. Digo a a ver, “Acá tuviste 15 tareas, trabajamos 15 tareas, OK. Te voy a evaluar 15. ¿Cuántas tienes completas?” “No pues tengo 12” “Sacas 12 de 15 es..

E: //Tanto

P: Tanto // 7.83”. 8 en tareas, que vale el 15%, 8 por .15 y así. Entonces, y yo a cada uno le hago, bueno tiene su...en mi, en mi libreta, bueno en mi computadora, tiene todo eso.

E: ¿Y les dan a conocer a los estudiantes su nota, cada...?

P: Cada uno.

E: ¿Cada bimestre?

P: Cada bimestre.

E: ¿Y cómo se les da a conocer?

P: Yo los llamo, a cada uno de ellos “Y esto sacaste, y esto, anótalo, chécalo y...ten”

E: Ah ¿y esa es la única forma? ¿o se les entrega algo a los papás? ¿algún medio por escrito? ¿nada?

P: No, se les da su boleta.

E: Aja

P: Final.

E: Pero eso es la final.

P: Pero no se les da algo así. Ellos... yo les hice al inicio un esquema en el cual, bueno un cuadro, donde tiene esto y lo tienen que anotar y lo tienen que llevar a firmar.

E: Ah. OK.

P: Pero, pues ya es cosa de cada quien. Yo me podría matar ahí “No me lo trajiste firmado” “Entonces ¿no vale?” Hay chamacos que no se los van a dar, hay chamacos que no ven a sus papás, hay chicos que... hay papás que no ven al hijo, entonces es meterte en una bola de broncas, entonces “Yo ya te lo di” y cuando venga papá “Yo se los mandé señor” “No” “Yo se los mandé” “No” “Yo se los mando por correo”, pero...pero ya es en algo en el segundo bimestre, en el segundo, cuando ya hay problemas.

E: OK.

P: Entonces yo ahorita lo que intento es como cortar fuegos de... O sea, somos, en esta escuela somos muy, muy metódicos, valga la redundancia, o sea muy mecánicos, sistemáticos y todo está armado. Y el día que venga un profesor, un papá, “A ver tus calificaciones, dice aquí 15, ¿cuántas tenía el alumno?” “14” “OK, entonces 9. ¿Cuántas actividades?” “Tal” “¿Cuántas participaciones?” “Equivale a tanto” “Y ¿por qué?” “Por esto”, yo... con todo esto, tengo todo ellos abierto y todo claro para que venga un papá o el mismo alumno y se entere de qué es lo que falló o no.

E: Claro, OK. No, está super bien. ¿Y los papás vienen a revisión de calificaciones? ¿los citan?

P: Sí, pero nada más se les da calificación final de matemáticas, de historia, o sea, la bimestral.

E: La bimestral, ¿o sea los citan cada bimestre?

P: Sí.

E: ¿A los papás?

P: Sí.

E: ¿Y tienen que venir a fuerza?

P: Sí.

E: ¿Quién los cita? ¿El tutor?

P: El director.

E: ¡Ah! El director...

P: Hay una junta general, con el director.

E: Ohh

P: Cada bimestre, es en el auditorio, se les da una conferencia, alguna cosa y al final, pasen con el asesor a entregar su boleta, ahí no se les da, la entregan, porque existe un, un este..., una plataforma. Ahí sí es una plataforma, con cada alumno, pero esa la manejan los asesores. Cada alumno, te aparecen sus calificaciones y los que, bueno, en los créditos, si ahora le toca historia, física, matemáticas, primer bimestre, segundo bimestre, tercer bimestre, cuarto bimestre y le aparece. Yo cuando subo la calificación al SISE, ya el papá se está enterando, ya lo que tiene que hacer “¡Ah! Ya vi tus calificaciones”. OK. Ahora papá me vas a dar evidencia de que las viste, me imprimes la hoja, la firmas y me la traes, a mí asesor, entonces los asesores coleccionan.

E: Mmm.

P: Hay veces que, él no vino tal día, no vino, no vino, no vino, ¿cómo sabemos?, tiene 3 reprobadas, papá venga usted, papá venga usted... que ya son insalvables, pero que tenemos todas las evidencias para poder decir “Ah mire no, por esto, no por esto, no por aquí, por aquí, por aquí”. (¿)

E: O sea que entonces sí los asesores tienen un medio de comunicación con los padres que es electrónico.

P: ¡Ah claro! Sí del diario.

E: Del diario, o sea ¿los asesores suben muchas cosas?//

P: Ah sí//

E: O sea, ¿además de calificaciones qué suben?

P: No, nosotros subimos calificaciones.

E: Ah, ustedes suben calificaciones.

P: Ellos te manejan todo el rollo con los padres.

E: Aja, ah entonces digamos que al padre solo le llega la calificación bimestral por materias y

P: Uhum

E: ¿Y alguna nota o algo así? ¿o sea, o recado?

P: Digo casi del diario, porque, por ejemplo, mañana que tengamos una actividad de integración con segundo: “Señor padre de familia, por favor mande usted con 30 pesos para su hijo para el convivio”. Al otro día, que salen a las 12: “Señor Padre de Familia le avisamos que mañana salimos a las 12”, “Señor padre de familia le avisamos que su hijo debe 500 pesos de colegiatura” “Señor padre de familia le aviso que esto...” Entonces los asesores tienen un //rollaso con eso.

E: Mucha chamba, ¿no?//

P: Porque tienen dos grupos.

E: ¿Y es estar dando seguimiento a todos, a todos, a todos?

P: Yo puedo dar seguimiento de los míos y lo más que pueda, yo tengo 100.

E: Ajá, pero de mate nomás, ¿usted no es asesor?

P: No, gracias a Dios no (risas) no, porque si es un rollo (?)

E: Ah... ya...

P: Entonces yo le puedo dar seguimiento, ahorita por ejemplo vi mis evidencias de ellos... y estoy sacando... los siguientes... aspectos... a los que sacaron 6 pus, pus los que sacan 5 o 6...

E: ¡Ah! de la que aplicó el viernes, ¿verdad?, uhum...

P: 5 o 6, yo todavía estos me faltan, pero, por ejemplo, eh.... (comentarios para si mismo revisando hojas) Balbuena sacó 8, ya lo entiende, veo que ya lo entiende, este sacó 10, o sea ya lo vi, ya lo vi, este sacó 8 no hay bronca, Ixcoa no hay bronca, Mejía no hay bronca, David no hay bronca, Conchita, Estefi, pero... ¡ah! Elizabeth, estos ya entendieron el tema.

E: Uhum

P: Con esto yo ya me doy por bien servido.

E: Uhum.

P: Diana, ¿usted estaba aquí en el primer intento que hizo?

E: No.

P: Pues esta niña, la voy a invitar a asesorías voluntarias, de este tema, a este tam... a este no lo voy a invitar, a este le voy a decir que vaya.

E: (risas)

P: Este es Cuaya.

E: (risas) OK.

P: (¿) Aylin...A este...

E: ¿Y sí van a asesoría?

P: Yo les voy a decir, pero si ellos dicen "Me tengo que ir, mi mamá me espera" "OK. yo te estoy invitando porque estás mal"

E: Uhum.

P: Tu mamá te lleva.

E: ¿Y esas asesorías son después del día?

P: No, de dos y media, de 2:10 a 3:00.

E: Ah, OK, OK.

P: O sea, con una vez que les ponga más ejercicios y tráemelos y como que darle un seguimiento ya más... Daniela, Vicente, 6.

E: Uhum

P: Sí le entiende... pero... le falta, la puedo invitar.

E: Uhum

P: A esta la invito, Lilliana, porque con 6 ya nada más sería cosa de que como dijéramos, con tarea especial, reafirme, pero estos no.

E: Uhum

P: Coaya e Iván, estos directos porque...

E: Claro.

P: O sea, yo puedo darle un seguimiento, así como rápido a los que yo considero que sí, ellos tienen que darle seguimiento a sus 40, 40 hijos.

E: Ajá, de todas las materias, en todos los sentidos.

P: Pero por ejemplo, ah por ejemplo a ver, (?) este chico necesita asesorías, va bajando calificaciones, casi nos lo dejan a nosotros, casi siempre, el seguimiento. Pero cuando ya llega un papá, "Oiga, va bajando calificaciones, quiero hablar con él maestro" "Tienes cita con tal papá" (refiriéndose a la actividad del asesor), como que es el canal de comunicación. Yo... este va bajando, "Oye, tienes beca" (lo que dice a los alumnos) "Vas bajando, tienes que sacar tanto, si no ve cómo le haces pero tienes que sacar mejor calificación".

E: Uhum, es como todo un... yo lo que veo es que lo tienen como, no nada más es el maestro, es el maestro, el asesor, el director, el padre, o sea como que todos están en el seguimiento, ¿verdad?, continuo.

P: Entonces aquí en el seguimiento, tal vez no tan personalizado.

E: Yo diría que sí.

P: Pero hay seguimientos... ¡No! Hay seguimientos personalizados, pero a nivel... cañón. Por ejemplo, para esto, yo hubiera hecho una matriz de uno cero, uno cero, uno cero.

E: Uhum

P: O para un diagnóstico de una matriz de uno cero, uno cero, qué conocen, qué no conocen.

E: ¡Ah! Se refiere usted al seguimiento de ser, ser todavía más detallado?

P: Sí. Entonces encontraría que tal alumno no razona esto, tal alumno la pregunta dos no la razonó. ¿Por qué? Porque en lugar confunde proporcionalidad directa con inversa. O sea, no sé si... la respuesta A, indica esto; B, indica esto; C indica esto... Entonces la pregunta, te saca la matriz, el grupo entiende o tiene este problema, el grupo tiene este problema. Pero para hacer eso... es la muerte como profesor.

E: (risas) Sí.

P: Y ese es un diagnóstico ya muy detallado.

E: Uhum.

P: Y es cada materia, por ejemplo. No sé, puedo tal vez hablar más. Pero el de civismo o el de historia, me dicen, “Es que le hacen preguntas” “¿Tú puedes creer que estos sean alternos internos?” A ver, aquí no hay de puedes o no puedes creer. En historia, “¿Podías creer que Santana tenía algún complejo de Edipo?”

E: (risas)

P: “Ah, pues tal vez sí porque, este... tenía muchas mujeres, etc.” “¿Tú podías creer que, a este Adolfo Hitler, no sé en realidad era un artista mal comprendido?” “Pues tal vez, no... no sé”.

E: Uhum

P: Pero esto no.

E: No, claro.

P: Entonces, aquí sí damos un seguimiento así como muy, muy puntual (?), pero se nos van.

E: Pero como escuela sí llevan un seguimiento continuo importante, o sea, sí es un trabajo que veo que es como muy colaborativo y están como involucrados, hasta los padres, el director, asesor, maestros, entonces eso los va ayudando a ...o sea, como que van también retroalimentando, ¿no?, sobre la marcha.

P: (?) digo el profe Abe hace esto, tantas tareas, tanto esto, “Oye, ¿por qué no dejaste tantas tareas? ¿Por qué dejaste dos tareas?”

E: Uhum.

P: O sea, si en tu materia tuviste 10 clases y dejaste 2, o sea, 8 qué hiciste.

E: Claro.

P: Ahora también si te pasas, “Oye estás dejando 40 tareas, no manches los vas a matar”

E: Claro.

P: Te van a odiar

E: (risas)

P: Entonces cada bimestre ven las calificaciones y aquí hay mucho de comunicación con el director y tal vez después a nosotros. Este...el asesor cada, cada semana viene “Oigan a ver, ¿qué dificultad tienen?, ¿tienen alguna dificultad?” Y alguien dijo “Es que el profesor me tiene mala leche” Esto, “Oye Bruno por ahí checa esto, checa lo otro (?)”. Por ejemplo, con Sofía me lo dijeron desde hace un año, y dije oye (?), “¿Oye quieres hablar con la mamá?” Adelante. Pero la mamá me venía defender porque es según muy lista, la octava maravilla la niña y tú eres el que (¿). Tenía un alumno hace un año que era así...rebelde, decía puro chiste, o sea, cañón. Bajó de calificación, no entregaba, lo hacía mal, así como ahorita la niña que viene

y me entrega nada más puros rayones y no tenía orden, es el mayor problema de... Y vino el papá “Es que usted es el que no me lo motiva, es que usted es malo, lo cuadra, no le acepta sus tareas” “Oiga señor, yo le estoy pidiendo que tenga orden, le estoy pidiendo que...” “Es que se lo está entregando, ¿no?, malo fuera que no se lo estuviera entregando, son sus capacidades de él, recíbaselo” “Pero es que si no, no cumple con los...” “Es que usted lo está acortando, usted no lo motiva” “OK. ¿Cómo quiere entonces que haga?” “Es que recíbaselo, o sea, no sé porqué si a usted le trae la hojita de papel aquí de la tarea, no se la quiere recibir” “Porque va pegada en la libreta, por favor, para que tenga ahí todo” “Pero se la está entregando, ¿qué problema tiene que la haga acá o en la casa?”

E: Uhum.

P: “OK, señor no se preocupe, entonces hagámoslo de esta manera”. Entonces ya sabemos cómo por ahí... OK, que Cuaya no puede, ahorita quiero a ver a Cuaya y estos dos, Cuaya y Sofia, jalármelos a asesorías. Y a Cuaya le va a chocar, porque Cuaya puede. A veces me dan ganas de que no lo ayude, reprueba, solito, vete al hoyo, vas...

E: (risas)

P: Reprueba a ver si te gusta, porque él es listo, ha ido a ferias de ciencia.

E: Uhum

P: Pero es flojo, entonces por flojote te vas a...

E: Es la edad, ¿no? También, ¿no? ¿no lo ve usted? yo recuerdo cuando ...

(Se pone stop al audio. Se inicia otro archivo de audio)

E: Y no me ayudas

P: Entonces también tienes ahí eso de exigirles y ayudarles.

E: Uhum

P: Exigirles y ayudarles, porque si les exiges y no les ayudas, malo y entonces también no te pones en la posición de servicio.

E: Uhum.

P: Entonces viene la evaluación docente, te dicen oye...

E: ¿Y esa es al final del año?

P: Cuando ya todos me odian o me aman ya es algo (...) y sí, uno podría ser como muy a la Hitleriana, a la antigua.

E: Uhum

P: “No me entregaste, reprobaste, yo no te voy a andar buscando”. Todavía les dije a los del B y a los del A, “Vengan”, porque estaban plática y plática, veinte minutos y no habían ni copiado el ejercicio, y aunque estés monitoreando, “Ponte a trabajar mi rey, (¿)”

E: Uhum

P: Entonces, pienso... “¿Cómo les exijo?” Primero tengo que poner un... motivante negativo.

E: Uhum.

P: Para que ...

E: Se muevan.

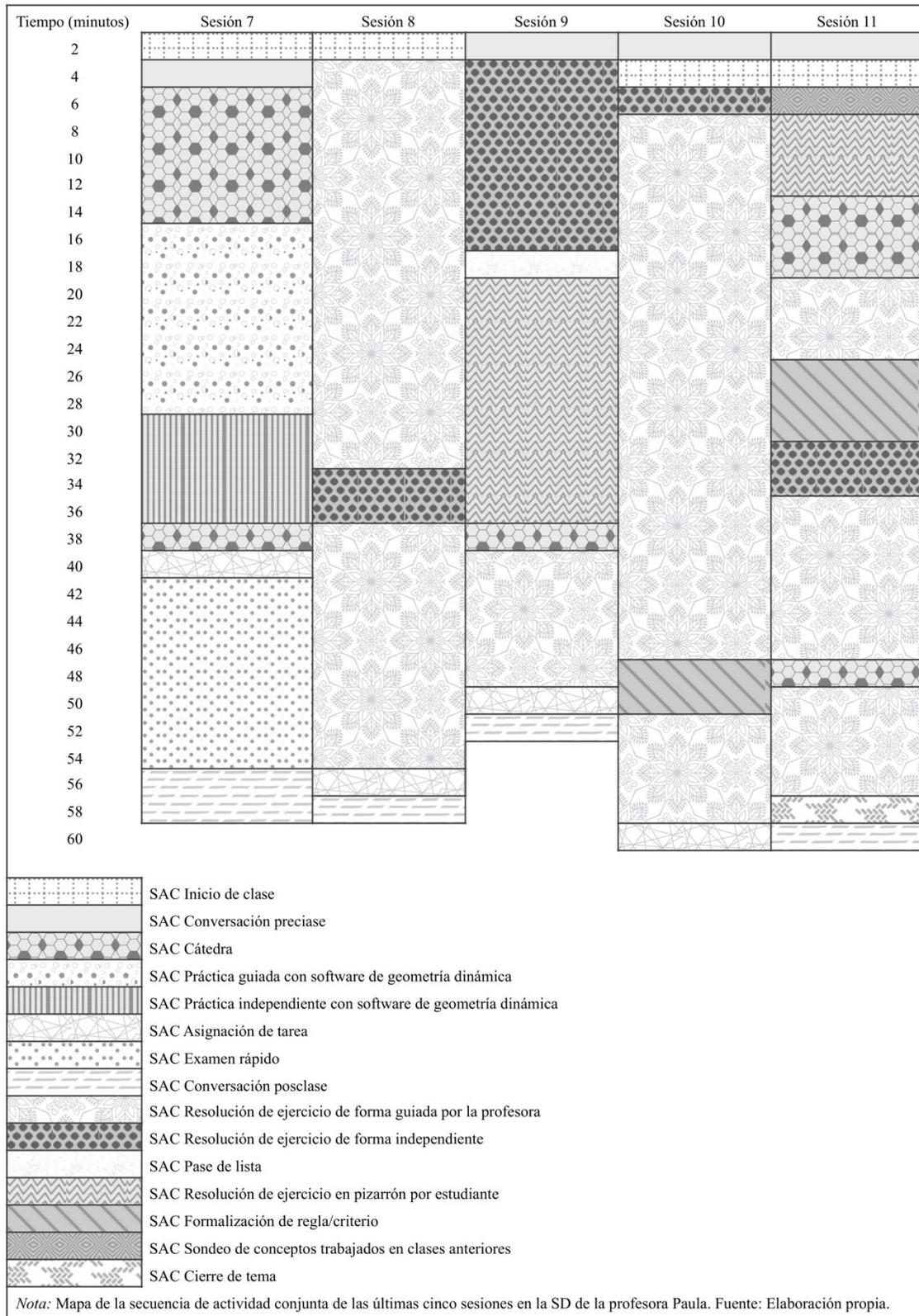
P: Se muevan, porque si los sigo motivando nada más positivamente “¡Ah! ¡Sí puedes! ¡Échale ganas! Tú eres muy...” O sea, llega un momento en que el chiste, el relajo, OK, se vale. Pero cuando yo te pido trabajos, te pido esto porque es el ejercicio de refuerzo y tú estas chacoteando...

E: Claro, uhum, ah está muy bien...

P: No sé qué le parezca (con un tono buscando aprobación)...

E: Bien, no la verdad, súper.

Apéndice 7. Segunda parte del mapa de la secuencia de actividad conjunta de la profesora Paula



Apéndice 8. Patrones de actuaciones dominantes en los SAC de la profesora Paula

Tipo de SAC	Patrones de actuaciones dominantes	Frecuencia	Duración (minutos)
SAC Resolución de problema en equipos	La profesora proporciona instrucciones sobre la actividad. / Los estudiantes discuten posibles soluciones para dar respuesta a las preguntas planteadas por la profesora. Algunos estudiantes plantean preguntas a la profesora / La profesora responde las dudas de los estudiantes y/o hace ajustes a la instrucción de la actividad.	3/86	17/590 (2.88%)
SAC Escribir respuestas de equipo en pizarrón	La profesora gestiona a los estudiantes que pasarán al pizarrón y les proporciona un plumón para escribir. / Un estudiante representante de cada equipo pasa al pizarrón a escribir una observación sobre la función y la recta tangente en la animación. La profesora plantea preguntas para clarificar lo que los estudiantes quieren comunicar. / Los estudiantes responden las preguntas de la profesora.	3/86	17/590 (2.88%)
SAC Análisis de respuestas de cada equipo	La profesora lee cada respuesta de los estudiantes y la verifica contra la animación. La profesora plantea preguntas a los estudiantes. / Los estudiantes responden a las preguntas de la profesora.	3/86	18/590 (3.05%)
SAC Resolución de ejercicio de forma guiada por la profesora	La profesora resuelve el ejercicio al frente en el pizarrón. / Los estudiantes copian la solución en su libreta. La profesora plantea preguntas a los estudiantes. / Algunos estudiantes responden a las preguntas de la profesora. Algunos estudiantes plantean dudas a la profesora. / La profesora resuelve las dudas de los estudiantes.	14/86	222/590 (37.62%)
SAC Conversación preclase	La profesora y los estudiantes dialogan entre sí, generalmente de temas poco relacionados con el contenido de la clase. Puede ocurrir cualquiera de lo siguiente: La profesora saca sus plumones de su bolsa. / La profesora prende la computadora y proyecta. / La profesora resuelve dificultades con software.	7/86	16/590 (2.71%)
SAC Sondeo de conceptos trabajados en clases anteriores	La profesora plantea preguntas a los estudiantes relacionadas con los conceptos trabajados en la clase anterior / Los estudiantes responden a las preguntas de la profesora.	2/86	8/590 (1.35%)
SAC Retroalimentación de soluciones de problema	Los estudiantes pasan al pizarrón a escribir la propuesta de función y su análisis / La profesora hace preguntas para clarificar respuestas de los estudiantes. Los estudiantes plantean dudas a la profesora / La profesora responde a las dudas de los estudiantes.	2/86	70/590 (11.86%)
SAC Asignación de tarea	La profesora proporciona instrucciones sobre el trabajo que realizarán los estudiantes fuera del aula / Los estudiantes escuchan y toman nota. Los estudiantes plantean sus dudas a la profesora / La profesora responde a las dudas de los estudiantes.	10/86	10/590 (1.69%)
SAC Conversación pos clase	Los estudiantes plantean dudas a la profesora / La profesora responde a las dudas de los estudiantes. Los estudiantes entregan tareas / La profesora recibe	8/86	23/590 (3.89%)

	<p>tareas.</p> <p>Los estudiantes solicitan asesoría / La profesora proporciona sus horarios de asesoría.</p> <p>La profesora y los estudiantes dialogan entre sí, generalmente de temas poco relacionados con el contenido de la clase.</p>		
SAC Formalización de regla/criterio	<p>La profesora anima a los estudiantes a verbalizar sus conclusiones con preguntas / Los estudiantes proporcionan sus conclusiones sobre el comportamiento de la función y su relación con la derivada / La profesora proporciona retroalimentación.</p> <p>La profesora formaliza el criterio y escribe la definición formal en el pizarrón. / Los estudiantes copian la definición en sus libretas.</p>	3/86	13/590 (2.20%)
SAC Revisión de ejercicio de tarea	<p><i>Opción 1.</i> Los estudiantes plantean su duda o pregunta a la profesora con respecto a un ejercicio de tarea / La profesora resuelve el ejercicio al frente / Los estudiantes corrigen su ejercicio en sus apuntes.</p> <p>La profesora plantea preguntas a los estudiantes / Los estudiantes responden las preguntas de la profesora.</p> <p>La profesora explica diferentes alternativas para resolver el problema.</p> <p><i>Opción 2.</i> La profesora solicita que determinados estudiantes pasen al pizarrón a resolver el ejercicio de tarea / Un estudiante pasa al frente a resolver el ejercicio de tarea.</p> <p>La profesora plantea preguntas para guiar el proceso de resolución / El estudiante al frente responde las preguntas.</p> <p>La profesora proporciona retroalimentación y/o correcciones al estudiante en el pizarrón / El estudiante corrige su procedimiento / La profesora escribe los resultados correctos en el pizarrón</p>	3/86	29/590 (4.91%)
SAC Pase de lista	<p>La profesora nombra a los estudiantes y registra su asistencia en la plataforma tecnológica. / Los estudiantes responden cuando son nombrados.</p>	2/86	2/590 (0.33%)
SAC Cátedra	<p>La profesora explica de manera directa los criterios o un concepto o cómo calcular puntos críticos o puntos de inflexión / Los estudiantes escriben en su libreta.</p> <p>La profesora plantea preguntas y/o solicita que verifiquen aseveraciones / Los estudiantes responden a las preguntas de la profesora.</p>	6/86	39/590 (6.61%)
SAC Práctica guiada con software de geometría dinámica	<p>La profesora construye un objeto en el software y explica paso a paso. / Los estudiantes replican las acciones de la profesora en su computadora.</p> <p>La profesora plantea preguntas a estudiantes. / Algunos estudiantes responden a las preguntas de la profesora.</p> <p>Algunos estudiantes plantean sus dudas a la profesora. / La profesora responde dudas de estudiantes.</p>	3/86	29/590 (4.91%)
SAC Práctica independiente con software de geometría dinámica	<p>La profesora solicita una función a los estudiantes. / Los estudiantes le proporcionan una función.</p> <p>La profesora solicita que de manera individual analicen la función en el intervalo que elijan con uso de software. / Los estudiantes utilizan de forma</p>	1/86	8/590 (1.35%)

	<p>individual la herramienta del software para el análisis de la función.</p> <p>La profesora plantea preguntas a los estudiantes. / Algunos estudiantes responden las preguntas de la profesora.</p> <p>Los estudiantes plantean preguntas y dudas a la profesora. / La profesora da seguimiento y resuelve dudas relacionadas con el software directamente en los lugares de los estudiantes.</p>		
SAC Examen rápido	<p>La profesora proporciona instrucciones para el examen rápido y para la organización. / Los estudiantes guardan sus cosas y se preparan para el examen.</p> <p>La profesora escribe en el pizarrón los ejercicios para el examen rápido. / Los estudiantes copian los ejercicios para el examen rápido.</p> <p>Los estudiantes resuelven de forma individual el examen rápido. / La profesora supervisa a los estudiantes, monitorea avance y proporciona recomendaciones para que no se atrasen.</p> <p>Los estudiantes plantean sus dudas a la profesora. / La profesora responde las dudas de los estudiantes.</p> <p>La profesora pasa lista. / Los estudiantes responden cuando son nombrados.</p> <p>Los estudiantes entregan sus exámenes. / La profesora recibe los exámenes y revisa de manera rápida las respuestas de algunos de ellos.</p>	1/86	14/590 (2.37%)
SAC Resolución de ejercicio de forma independiente	<p>La profesora proporciona un ejercicio y da instrucciones para resolverlo. / Los estudiantes resuelven el ejercicio planteado de manera individual y en silencio.</p> <p>Algunos estudiantes plantean dudas a la profesora. / La profesora responde a las dudas de los estudiantes.</p> <p>La profesora plantea preguntas y proporciona algunas instrucciones sobre cómo resolver el ejercicio. / Algunos estudiantes responden a las preguntas de la profesora.</p>	5/86	25/590 (4.23%)
SAC Resolución de ejercicio en pizarrón por estudiante	<p>La profesora selecciona de manera aleatoria un estudiante para pasar al pizarrón para resolver un ejercicio. / El estudiante pasa al frente y resuelve el ejercicio en el pizarrón.</p> <p>La profesora realiza comentarios o sugerencias o correcciones al estudiante que está al frente. / El estudiante hace las correcciones conforme a lo que le indica la profesora.</p> <p>La profesora ingresa una función en GeoGebra para proyectar una gráfica.</p> <p>La profesora anima al resto del grupo para apoyar al estudiante al frente cuando tiene dificultades. / Algunos estudiantes participan para apoyar al estudiante que está al frente en el pizarrón.</p> <p>Los estudiantes plantean dudas y preguntas a la profesora. / La profesora responde a las dudas y preguntas de los estudiantes.</p>	2/86	25/590 (4.23%)
SAC Inicio de clase	<p>Ocurre cualquiera de lo siguiente: a profesora proporciona instrucciones y propósito de la actividad. / La profesora hace un resumen de lo que han trabajado</p>	4/86	4/590 (0.67%)

	<p>hasta el momento y de lo que deben tener claro. / La profesora da los buenos días, indica que inicia la sesión y contextualiza el ejercicio que van a abordar en relación con las dificultades que se presentaron en el ejercicio del día anterior. / La profesora inicia la clase, solicita el polinomio de la clase anterior y da una perspectiva de lo que realizarán en la clase. Los estudiantes escuchan a la profesora y toman apuntes.</p>		
SAC Cierre de tema	<p>La profesora hace una síntesis del análisis de curvas. / Los estudiantes escuchan a la profesora.</p>	1/86	1/590 (0.16%)

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 9. Matrices de síntesis de ciclos de EFI a nivel micro para el caso de la profesora Paula

Categorías Marco TMSSR	Tipo de soporte	Momento del ciclo	Movimiento	Sesión 1		Sesión 2		Sesión 4		Total	%	% por categoría
				SAC Análisis de respuestas de cada equipo	%	SAC Retroalimentación solución de problema	%	SAC Revisión de ejercicio de tarea	%			
Obtener el razonamiento de los estudiantes	Bajo	E	Obtener hechos o procedimientos	14	27%	18	35%	11	48%	43	34%	64%
		E	Averiguar razonamiento del estudiante	14	27%	2	4%	4	17%	20	16%	
		E	Obtener una clarificación	3	6%	6	12%	2	9%	11	9%	
	Alto	E	Revisar la comprensión	6	12%	1	2%	0	0%	7	6%	1%
Extender el razonamiento de los estudiantes	Bajo	E	Obtener ideas	0	0%	0	0%	1	4%	1	1%	
		E	Promover la evaluación de pares / de sí mismo	4	8%	3	6%	0	0%	7	6%	6%
Otros		E	Plantear una pregunta sugerente	7	14%	5	10%	3	13%	15	12%	29%
		E	Plantear pregunta sí/no	2	4%	7	13%	1	4%	10	8%	
		E	Preguntar por dudas	1	2%	4	8%	1	4%	6	5%	
		E	Comparar y contrastar las ideas o explicaciones de otros	0	0%	2	4%	0	0%	2	2%	
		E	Solicitar respuesta de otro estudiante	0	0%	2	4%	0	0%	2	2%	
		E	Solicitar a estudiante modelación de procedimientos al frente	0	0%	1	2%	0	0%	1	1%	
		E	Brindar seguimiento a trabajo de estudiantes en pizarrón	0	0%	1	2%	0	0%	1	1%	
Totales				51		52		23		126		

Categorías Marco TMSSR	Tipo de soporte	Momento del ciclo	Movimiento	Sesión 1		Sesión 2		Sesión 4		Total	%	% por categoría
				SAC Análisis de respuestas de cada equipo	%	SAC Retroalimentación solución de problema	%	SAC Revisión de ejercicio de tarea	%			
Responder al razonamiento de los estudiantes	Bajo	R	Validar una respuesta correcta	14	23%	13	18%	1	3%	28	16%	41%
		R	Re-voicing	10	16%	8	11%	7	18%	25	14%	
		R	Corregir el error del estudiante	1	2%	10	14%	3	8%	14	8%	
	Alto	R	Re-representación	2	3%	0	0%	2	5%	4	2%	
Otros		R	Retomar la observación/respuesta del estudiante	10	16%	9	12%	4	10%	23	13%	38%
		R	Repetir palabras de los estudiantes	9	15%	8	11%	4	10%	21	12%	
		R	Aceptar la idea de un estudiante	4	7%	5	7%	5	13%	14	8%	
		R	Proporcionar una respuesta neutra	4	7%	3	4%	1	3%	8	5%	
Facilitar el razonamiento de los estudiantes	Guía (bajo)	R	Proporcionar pistas para la respuesta	2	3%	6	8%	2	5%	10	6%	10%
		R	Proporcionar una explicación de resumen	2	3%	2	3%	1	3%	5	3%	
	Proporcionar (bajo)	R	Proveer información	0	0%	1	1%	0	0%	1	1%	
		R	Proporcionar una explicación procedimental	0	0%	0	0%	1	3%	1	1%	
Otros		R	Responder su propia pregunta	2	3%	3	4%	1	3%	6	3%	11%
		R	Responder la pregunta del estudiante	0	0%	4	5%	1	3%	5	3%	
		R	Proporcionar la respuesta correcta	1	2%	2	3%	1	3%	4	2%	
		R	Solicitar a estudiante que repita su intervención	0	0%	0	0%	3	8%	3	2%	
		R	Corroborar respuesta con todo el grupo	0	0%	0	0%	2	5%	2	1%	
Totales				61		74		39		174		

Categorías Marco TMSSR	Tipo de soporte	Momento del ciclo	Movimiento	Sesión 1		Sesión 2		Sesión 4		Total	%	% por categoría
				SAC Análisis de respuestas de cada equipo	%	SAC Retroalimentación solución de problema	%	SAC Revisión de ejercicio de tarea	%			
Obtener el razonamiento de los estudiantes		U	Obtener comprensión	0	0%	2	11%	0	0%	2	5%	7%
		U	Obtener ideas	1	11%	0	0%	0	0%	1	2%	
Responder al razonamiento de los estudiantes		U	Fomentar la corrección del error	1	11%	3	16%	4	29%	8	19%	19%
Facilitar el razonamiento de los estudiantes	Proporcionar	U	Proporcionar una explicación conceptual	3	33%	6	32%	3	21%	12	29%	36%
		U	Proporcionar estrategias de solución alternativas	1	11%	0	0%	2	14%	3	7%	
Extender el razonamiento de los estudiantes		U	Presionar para justificación	3	33%	6	32%	4	29%	13	31%	38%
		U	Promover la reflexión	0	0%	2	11%	0	0%	2	5%	
		U	Presionar para generalización	0	0%	0	0%	1	7%	1	2%	
Totales				9		19		14		42		

Tipo de ciclos	SAC Análisis de respuestas de cada equipo	%	SAC Retroalimentación solución de problema	%	SAC Revisión de ejercicio de tarea	%	Total	%
Incompleto ESR	43	74%	36	55%	20	56%	99	62%
Completos	10	17%	17	26%	14	39%	41	26%
Incompleto ES	5	9%	12	18%	2	6%	19	12%
Totales	58		65		36		159	

Apéndice 10. Evolución de metas de aprendizaje de la profesora Paula

Sesión	Metas de aprendizaje
Meta general para la SD	<p>Tema general: Análisis de funciones</p> <p>Subtema 3.3: Valores extremos (locales, absolutos) y criterios para identificarlos</p> <p>Meta de la profesora: Que el estudiante signifique a la derivada como una herramienta útil para analizar el comportamiento de las funciones a corto y largo plazo y que pueda aplicar ese contenido a la solución de problemáticas reales.</p>
Sesión 1	<p>Previo a la sesión: Que los estudiantes identifiquen el cambio de signos de la pendiente de la recta tangente, para que concluyan con los criterios de la primera y la segunda derivada.</p> <p>Durante la sesión: Que los estudiantes comprendan la función polinomial y porqué se descartan otras funciones para modelar la gráfica; plantear la ecuación del polinomio proyectado.</p>
Sesión 2	<p>Previo a la sesión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que los estudiantes concluyan con el criterio de la primera derivada para identificar y definir puntos críticos, de manera particular los máximos y mínimos de una función. • Ponerlos en conflicto sobre la validez de una doble implicación para el criterio de la primera derivada. • Que un estudiante pueda darse cuenta de la diferencia entre los puntos críticos y puntos de inflexión. • Revisar qué tanto “se manejan con diferentes tipos de funciones” y si logran identificar la diferencia entre una función trascendente y una algebraica.
Sesión 3	<p>Previo a la sesión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concluir con el criterio de la primera derivada. • Evaluar el manejo de las funciones de los estudiantes, al terminar con la actividad de la segunda sesión, en donde pasa un integrante de cada equipo para presentar su función, su gráfica y dos puntos donde la función sea creciente y decreciente respectivamente • Continuar con el análisis de los comentarios de los estudiantes –que proporcionaron en la primera sesión–, y retomar aquellos que están enfocados a cómo encontrar máximos y mínimos, así como puntos de inflexión, utilizando la derivada de la función.
Sesión 4	<ul style="list-style-type: none"> • Reforzar la graficación y algunos procedimientos más básicos, por ejemplo, reforzar métodos de solución de ecuaciones que no son cuadráticas o proponer estrategias para resolver las dificultades cuando no encuentran la solución de una ecuación. • Que los estudiantes encuentren los intervalos donde una función es creciente/decreciente y así aplicar el criterio de la primera derivada. • Aplicar una evaluación a los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 11. Patrones de actuaciones dominantes en los SAC del profesor Braulio

Tipo de SAC	Patrones de actuaciones dominantes	Frecuencia	Duración (minutos)
SAC de inicio de clase	El docente realiza todas o alguna de las siguientes actividades: indica que iniciará la sesión; conecta con lo visto en la clase anterior; comunica el objetivo de la sesión; comunica las actividades que realizarán durante la sesión. / Los estudiantes guardan silencio, se sientan en sus lugares y siguen la explicación del docente.	5/31	4/231 (1.73%)
SAC de sondeo de conceptos trabajados en clases anteriores	El docente pregunta por definiciones, procedimientos, características o ejemplos de conceptos a estudiantes en particular. / Los estudiantes responden las preguntas. El docente corrige en caso necesario y registra la participación de cada estudiante en su iPad.	3/31	17/231 (7.36%)
SAC de resolución de ejercicios de forma guiada	El docente reparte materiales o proyecta los ejercicios a resolver. / Los estudiantes reciben los materiales o copian el ejercicio en su libreta. El docente plantea preguntas relacionadas con el proceso de solución de los ejercicios. / Los estudiantes responden las preguntas. El docente escribe en el pizarrón y registra participaciones en su iPad. / Los estudiantes escriben el procedimiento en sus libretas.	2/31	27/231 (11.69%)
SAC de aportación de información por parte del profesor	El docente muestra una presentación en Power Point con la definición y características de los conceptos principales de la SD. / Los estudiantes copian en su libreta las definiciones y características. El docente solicita que determinados estudiantes lean los conceptos y características proyectados. / Los estudiantes leen lo que el profesor les solicita.	1/31	5/231 (2.16%)
SAC de repetición de ejercicios de tarea incorrectos	Los estudiantes plantean dudas al docente frente a todo el salón. / El docente resuelve las dudas de los estudiantes. Los estudiantes repiten los ejercicios de tarea que tuvieron incorrectos de forma individual en sus libretas. / El docente va pasando con diferentes estudiantes, monitorea su trabajo individual, revisa las correcciones y sella tarea.	1/31	14/231 (6.06%)
SAC de análisis de una situación problema	El docente proyecta una situación problema y plantea preguntas a los estudiantes para analizarla. / Los estudiantes responden las preguntas. El docente concluye con una definición. / Los estudiantes apuntan la definición en sus libretas. El docente solicita como conclusión que identifiquen una gráfica. / Los estudiantes responden a la petición del docente.	4/31	39/231 (16.88%)
SAC de construcción de	El docente plantea preguntas relacionadas con los	1/31	8/231

un organizador gráfico	<p>conceptos principales de la SD / Los estudiantes responden sus preguntas. El docente escribe construye en el pizarrón un organizador gráfico. / Los estudiantes copian el organizador en sus libretas. El docente explica los conceptos del organizador con ejemplos de situación trabajadas previamente.</p>	(3.46%)
SAC de revisión de ejercicios de tarea	<p>El docente proyecta los ejercicios de tarea y solicita las respuestas a los estudiantes. / Los estudiantes dictan las respuestas al docente. El docente proyecta los ejercicios de tarea resueltos y pregunta para cada ejercicio cuántos estudiantes lo tuvieron correcto. / Los estudiantes levantan la mano cuando su ejercicio estuvo correcto. El docente hace preguntas a los estudiantes para analizar cada uno de los ejercicios de tarea. / Los estudiantes responden las preguntas. El docente resuelve ejercicios de tarea en el pizarrón y va planteando preguntas a los estudiantes. / Los estudiantes responden a las preguntas del docente. / Los estudiantes plantean dudas y preguntas al docente. / El docente responde y aclara las dudas de los estudiantes. Los estudiantes muestran la tarea al docente. El docente sella cada una de las tareas en los lugares de los estudiantes y plantea preguntas a los estudiantes. El docente solicita que un estudiante pase a resolver un ejercicio en el pizarrón. / Un estudiante pasa a resolver el ejercicio. / Al finalizar, el docente corrige el proceso y la solución dialogando con el grupo.</p>	2/31 30/231 (12.98%)
SAC de resolución de ejercicios de forma independiente	<p>El docente propone ejercicios a través del software Kahoot. / Los estudiantes resuelven los ejercicios de forma individual y envían sus respuestas a través del software Kahoot. El docente corrige las respuestas y plantea preguntas a estudiantes. / Los estudiantes responden las preguntas del docente. El docente proyecta los ejercicios a resolver o entrega materiales a los estudiantes. / Los estudiantes copian los ejercicios en sus libretas. Los estudiantes resuelven los ejercicios en sus libretas. Los estudiantes plantean dudas al docente. / El docente acude al lugar de los estudiantes para resolver las dudas. El docente solicita que algunos estudiantes pasen al pizarrón a resolver los ejercicios. / Los estudiantes resuelven los ejercicios en el pizarrón. El docente revisa y corrige lo que resolvieron en el pizarrón.</p>	3/31 24/231 (10.38%)
SAC de cierre de sesión	<p>El docente pregunta a los estudiantes lo que recordaron lo que aprendieron en la clase. / Los estudiantes responden a las preguntas del docente. El docente pregunta a los estudiantes las características</p>	3/31 9/231 (3.89%)

	de los conceptos trabajados en la sesión. / Los estudiantes responden a las preguntas del docente. El docente presenta una situación que genera desequilibrio a los estudiantes y deja abierto el análisis para la siguiente sesión.		
SAC de asignación de tarea y de control de trabajo en clase	El profesor brinda explicaciones sobre cómo realizar la tarea. Los estudiantes plantean sus dudas / El docente resuelve las dudas de los estudiantes.	5/31	20/231 (8.65%)
SAC de cierre de tema	El profesor solicita que se lea el aprendizaje esperado para el tema y pide a un par de estudiantes que indiquen si se cumplió o no / Los estudiantes responden las preguntas del docente.	1/31	2/231 (0.86%)

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 12. Matrices de síntesis de ciclos de EFI a nivel micro para el caso del profesor Braulio

Categorías Marco TMSSR	Tipo de soporte	Momento del ciclo	Movimiento	Sesión 1			Sesión 2			Sesión 3			Sesión 4			Sesión 5		Total	%	% por categoría
				SAC Sondeo Conceptos Trabajados en Clases Anteriores	%	SAC Resolución de Ejercicios de Forma Guiada	%	SAC Construcción Organizador Gráfico S2	%	SAC Revisión Ejercicios de Tarea S2	%	SAC Resolución Ejercicios Forma Independiente S3	%	SAC Cierre Sesión (D3V7EP6A) S4	%	SAC Análisis Situación Problema S5	%			
Obtener el razonamiento de los estudiantes	Bajo	E	Obtener hechos o procedimientos	4	19%	24	69%	7	54%	4	33%	5	33%	4	67%	14	56%	62	49%	62%
		E	Obtener una clarificación	7	33%	4	11%	0	0%	1	8%	2	13%	0	0%	2	8%	16	13%	
	E	Revisar la comprensión	0	0%	1	3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%		
	Año	E	Obtener ideas	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	13%	0	0%	0	0%	2	2%	
Extender el razonamiento de los estudiantes	Bajo	E	Promover la evaluación de pares / de sí mismo	0	0%	1	3%	1	8%	1	8%	0	0%	0	0%	1	4%	4	3%	3%
Otros		E	Plantear pregunta sí/no	3	14%	4	11%	2	15%	3	25%	2	13%	2	33%	3	12%	19	15%	33%
		E	Solicitar respuesta de otro estudiante	5	24%	0	0%	3	23%	1	8%	1	7%	0	0%	5	20%	15	12%	
		E	Plantear una pregunta sugerente	2	10%	1	3%	0	0%	2	17%	2	13%	0	0%	0	0%	7	6%	
		E	Comparar y contrastar las ideas o explicaciones de otros	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	7%	0	0%	0	0%	1	1%	
Totales				21		35		13		12		15		6		25		127		

TMSSR	Tipo de soporte	Momento del ciclo	Movimiento	Sesión 1			Sesión 2			Sesión 3			Sesión 4			Sesión 5		Total	%	% por categoría
				SAC Sondeo Conceptos Trabajados en Clases Anteriores	%	SAC Resolución de Ejercicios de Forma Guiada	%	SAC Construcción Organizador Gráfico S2	%	SAC Revisión Ejercicios de Tarea S2	%	SAC Resolución Ejercicios Forma Independiente S3	%	SAC Cierre Sesión (D3V7EP6A) S4	%	SAC Análisis Situación Problema S5	%			
Responder al razonamiento de los estudiantes	Bajo	R	Validar una respuesta correcta	3	25%	7	17%	1	10%	4	31%	12	34%	1	25%	6	13%	34	21%	43%
		R	Re-voicing	1	8%	5	12%	1	10%	1	8%	1	3%	1	25%	11	24%	21	13%	
		R	Corregir el error del estudiante	0	0%	8	19%	0	0%	2	15%	3	9%	0	0%	1	2%	14	9%	
Otros		R	Repetir palabras de los estudiantes	5	42%	12	29%	4	40%	4	31%	5	14%	0	0%	16	35%	46	28%	36%
		R	Aceptar la idea de un estudiante	1	8%	1	2%	0	0%	0	0%	2	6%	0	0%	3	7%	7	4%	
		R	Proporcionar una respuesta neutra	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	3	9%	0	0%	2	4%	5	3%	
		R	Retomar la observación/respuesta del estudiante	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	3%	0	0%	0	0%	1	1%	
Facilitar el razonamiento de los estudiantes	Proporcionar (bajo)	R	Proveer información	2	17%	6	14%	2	20%	2	15%	3	9%	1	25%	1	2%	17	10%	13%
		R	Proporcionar una explicación de resumen	0	0%	0	0%	2	20%	0	0%	0	0%	0	0%	1	2%	3	2%	
		R	Proporcionar una explicación procedimental	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	2%	1	1%	
Otros		R	Responder la pregunta del estudiante	0	0%	2	5%	0	0%	0	0%	3	9%	0	0%	0	0%	5	3%	8%
		R	Responder su propia pregunta	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	6%	1	25%	1	2%	4	2%	
		R	Corroborar respuesta con todo el grupo	0	0%	1	2%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	3	7%	4	2%	
		Totales				12		42		10		13		35		4		46		

TMSSR	Tipo de soporte	Momento del ciclo	Movimiento	Sesión 1			Sesión 2			Sesión 3			Sesión 4			Sesión 5		Total	%	% por categoría
				SAC Sondeo Conceptos Trabajados en Clases Anteriores	%	SAC Resolución de Ejercicios de Forma Guiada	%	SAC Construcción Organizador Gráfico S2	%	SAC Revisión Ejercicios de Tarea S2	%	SAC Resolución Ejercicios Forma Independiente S3	%	SAC Cierre Sesión (D3V7EP6A) S4	%	SAC Análisis Situación Problema S5	%			
Extender el razonamiento de los estudiantes		U	Presionar para justificación	0	0%	3	38%	0	0%	1	50%	0	0%	1	25%	10	91%	15	56%	63%
		U	Promover la reflexión	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	100%	0	0%	0	0%	1	4%	
		U	Presionar para generalización	0	0%	1	13%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	4%	
Otros		U	Solicitar la relación de evidencia con explicaciones	0	0%	2	25%	0	0%	1	50%	0	0%	3	75%	1	9%	7	26%	37%
		U	Conectar con aprendizajes previos	0	0%	2	25%	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	3	11%	
Totales				0		8		1		2		1		4		11		27		

Tipo de ciclos	Sesión 1		Sesión 2		Sesión 3		Sesión 4		Sesión 5		Total	%					
	SAC Sondeo Conceptos Trabajados en Clases Anteriores	%	SAC Resolución de Ejercicios de Forma Guiada	%	SAC Construcción Organizador Gráfico S2	%	SAC Revisión Ejercicios de Tarea S2	%	SAC Resolución Ejercicios Forma Independiente S3	%			SAC Cierre Sesión (D3V7EP6A) S4	%	SAC Análisis Situación Problema S5	%	
Incompleto 2	13	59%	29	58%	5	45%	6	50%	16	80%	4	40%	21	47%	94	55%	
Incompleto 1	9	41%	13	26%	5	45%	3	25%	3	15%	2	20%	13	29%	48	28%	
Ciclos completos	0	0%	8	16%	1	9%	3	25%	1	5%	4	40%	11	24%	28	16%	
Totales		22		50		11		12		20		10		45		170	

Apéndice 13. Carta de autorización dirigida a autoridades educativas

Puebla, Pue. a FECHA

NOMBRE DE AUTORIDAD
PUESTO
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN
P R E S E N T E

La que suscribe Mtra. Mónica Monroy Kuhn, estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Iberoamericana Puebla, solicita su amable apoyo y autorización para ingresar a su institución y realizar el trabajo de campo necesario para cumplir con mi tesis doctoral titulada “Prácticas docentes de evaluación formativa de profesores de matemáticas”. De manera particular, solicito su apoyo para ingresar a la clase de matemáticas que imparte _____ en el grupo _____ a partir de _____ y durante un lapso de tiempo que abarque _____.

La tesis doctoral tiene como objetivo general caracterizar las prácticas docentes de evaluación formativa de profesores de matemáticas. Para esto, estoy proponiendo un método cualitativo que requiere las siguientes técnicas de recolección de datos: observación no participante en aula, es decir, estar presente durante las sesiones de clase en un lugar apartado en el salón para tomar notas; grabación en video a dos cámaras de las sesiones de clase; grabación en audio de las sesiones de clase; entrevistas semi-estructuradas a _____.

Como en toda investigación educativa formal y rigurosa, su servidora se compromete a que su presencia en el aula y la grabación no sean intrusivas y por lo tanto no se altere la naturalidad de la situación, ni del docente ni de los estudiantes. De igual forma, me comprometo a garantizar la intimidad y el anonimato de los participantes y de la institución, así como la privacidad de los registros. Esto implica que durante el proceso y en la publicación de la tesis, no se dará a conocer en lo absoluto el nombre del docente, ni de los estudiantes, ni de la institución. Tampoco se dará a conocer la ubicación de la misma. Estos compromisos los detallo en el formato que entrego adjunto a esta carta.

En la literatura científica sobre prácticas docentes publicada en los últimos años se destaca la importancia de la evaluación formativa para el apoyo del aprendizaje de los estudiantes. De manera particular, en México se ha publicado poca investigación sobre cómo llevan a cabo esta evaluación formativa los profesores de matemáticas y cómo esta apoya a los estudiantes mexicanos para aprender. Por esta razón principalmente, su amable colaboración para realizar el trabajo de campo en su institución es de suma relevancia para que pueda llevar a cabo mi tesis doctoral, que pretende contribuir al campo de conocimiento en este tema.

Agradezco de antemano su atención y con la confianza de que me apoye en la realización de mi trabajo de investigación, me despido de Usted y le saludo cordialmente

A T E N T A M E N T E

Mtra. Mónica Monroy Kuhn

Apéndice 14. Formato de compromisos éticos

MÓNICA MONROY KUHN, con número de IFE XXXX y con número de matrícula de estudiante XXXX en la Universidad Iberoamericana Puebla, como autora de la Tesis Doctoral titulada “Prácticas docentes de evaluación formativa de profesores de matemáticas”,

EXPONGO que se halla en curso de realización la investigación indicada, que tiene como objetivo general caracterizar las prácticas docentes de evaluación formativa de profesores de matemáticas. Para lograr este objetivo, es necesario llevar a cabo una observación sistemática de sesiones de clase de profesores de matemáticas. Se propone un método cualitativo que requiere las siguientes técnicas de recolección de datos: observación no participante en aula; grabación en video a dos cámaras de las sesiones de clase; grabación en audio de las sesiones de clase; entrevistas semi-estructuradas al docente de matemáticas. Con la finalidad de llevar a cabo un estudio científico riguroso, los datos recabados serán codificados para después ser interpretados.

La literatura científica especializada de los últimos años destaca la importancia de la evaluación formativa como medio para el apoyo del aprendizaje de los estudiantes. De manera particular, en México se han publicado pocas investigaciones que den cuenta sobre cómo llevan a cabo los docentes de matemáticas la evaluación formativa y cómo esta contribuye al aprendizaje de los estudiantes mexicanos.

Por dicho motivo, SOLICITO a _____ de la institución _____, el permiso para poder grabar las sesiones de clase de _____ en el grupo donde él/ ella imparte la asignatura de _____ en el periodo _____, con el siguiente compromiso ético de mi parte:

1. La grabación no será intrusiva, con lo cual no se alterará la naturalidad de la situación ni de los participantes.
2. Se garantiza la intimidad de los participantes (tanto de los estudiantes como del docente).
3. Se garantiza la confidencialidad de la información, por lo que no se dará a conocer ni el nombre del docente, ni el nombre de la institución ni su ubicación.
4. Se garantiza la privacidad de los registros.
5. Se garantiza la destrucción de las grabaciones, una vez concluida la investigación y publicada la tesis.
6. Se garantiza la devolución de la información, mediante la entrega de dos ejemplares de la tesis doctoral una vez finalizada. Uno se entregará a la institución y otro al docente.
7. Se garantiza que la única finalidad que inspira la solicitud de permiso de grabación es la de llevar a cabo una investigación científica.

Se pretende iniciar con las grabaciones a partir de la fecha _____. Se pretenden grabar _____ sesiones de clase.

Atentamente,

Mtra. Mónica Monroy Kuhn
Autora de la investigación

Puebla, Pue. a FECHA