

# Analysis performed by Pre-Service Teachers in an Emerging Technological Environment in Mathematics Education

Yuri Morales-López<sup>1,2</sup>, & Vicenç Font<sup>2</sup>

1) *National University, Costa Rica*

2) *University of Barcelona, Spain*

## Abstract

The objective of this research is to describe how a pre-service mathematics teacher analyzes what happens in a videotaped virtual mathematics class in an emergent environment. For this purpose, exploratory qualitative research was designed with the participation of a teacher in her fifth year of initial training. The concept of didactic suitability and examples of indicators were explained to her. Then a reflection she wrote based on the indicators she had managed to establish was analyzed. The prospective teacher adapted indicators which allowed her to provide a descriptive reflection on what occurred in her class, and to offer evaluations with clear justifications. Nonetheless, it was found that there was an absence of proposals for improvement in her reflections, and few specific indicators concerning technological resources. Pre-service teachers are able to carry out descriptive and evaluative analyses with the use of tools such as didactic suitability, but support should be provided to increase their capacity to propose improvements to the educational process and to focus even more on mathematics education in emerging environments.

## Keywords

Teacher education, mathematics education, didactic suitability, ontosemiotic approach, COVID-19.

---

**To cite this article:** Morales-López, Y., & Font, V. (2024). Analysis performed by pre-service teachers in an emerging technological environment in mathematics education. *Journal of Research in Mathematics Education*, 13 (1), pp. 23-37  
<http://dx.doi.org/10.17583/redimat.14072>

**Corresponding author(s):** Yuri Morales-López

**Contact address:** ymorales@una.ac.cr

Journal of Research in Mathematics Education  
Volumen 13, Número 1, 22 de febrero de 2024, Páginas 23 – 37  
© Autor(s) 2024  
<http://dx.doi.org/10.17583/redimat.14072>

# Análisis realizado por Profesores en Formación en un Entorno Tecnológico Emergente en Educación Matemática

Yuri Morales-López <sup>1,2</sup>, y Vicenç Font <sup>2</sup>

1) *Universidad Nacional, Costa Rica*

2) *Universitat de Barcelona. España*

## Resumen

El objetivo de esta investigación es describir la forma en que una profesora de matemática en formación analiza lo que ocurre en una clase de matemáticas virtual videograbada en un entorno emergente. Para esto, se diseñó una investigación cualitativa con enfoque exploratorio en donde participó una profesora de quinto año de formación inicial. Se le explicó el concepto de idoneidad didáctica y ejemplos de indicadores. Luego se analizó una reflexión que ella escribió a partir de indicadores de análisis que había logrado establecer. La profesora en formación realizó una adaptación de indicadores que le permitió hacer una reflexión general sobre lo que ocurrió en la clase de manera descriptiva y redactar valoraciones con justificaciones fundamentadas. Aun así, se determinó que hay ausencia de propuestas de mejora en su reflexión y escasos indicadores específicos sobre los recursos tecnológicos. Los profesores en formación logran realizar análisis descriptivos y valorativos con el empleo de herramientas como la idoneidad didáctica, pero se debe dar acompañamiento para aumentar su capacidad de proponer mejoras al proceso educativo y centrar aún más su mirada en la educación matemática en entornos emergentes.

## Palabras clave

Formación de docentes, enseñanza de las matemáticas, idoneidad didáctica, enfoque ontosemiótico, COVID-19.

---

**Cómo citar este artículo:** Morales-López, Y., & Font, V. (2024). Análisis realizado por profesores en formación en un entorno tecnológico emergente en educación matemática. *Journal of Research in Mathematics Education*, 13 (1), pp. 23-37  
<http://dx.doi.org/10.17583/redimat.14072>

**Correspondencia Autores(s):** Yuri Morales-López

**Dirección de contacto:** ymorales@una.ac.cr

La pandemia COVID-19 generó, de forma directa e indirecta, cambios y modificaciones en muchos sectores, y en especial en el educativo. La manera en que se enseña, y posiblemente en la que se aprende, tuvo que ajustarse a nuevas prácticas tanto intencionadas y consensuadas, como a otras impuestas y emergentes.

La educación matemática ha estado inmersa en estos cambios en los que la tecnología, para bien o para mal, ha jugado un papel significativo. El profesorado de matemáticas, aun cuando cuenta con una base de conocimientos y competencias matemáticas, didácticas y, en varios casos tecnológicas, han debido lidiar con un escenario donde estos no necesariamente son suficientes para atender las problemáticas derivadas.

Esta investigación enfatiza en los conocimientos que docentes de matemáticas de secundaria en formación (PMSF) requieren para poder reflexionar sobre la integración de tecnologías y, en especial, en entornos emergentes. De esta manera el objetivo de este estudio es caracterizar la reflexión que realiza una PMSF sobre una clase virtual de matemáticas videograbada durante la pandemia COVID-19, utilizando como base los criterios de idoneidad didáctica (CID) del modelo de conocimientos y competencias didáctico-matemáticas (CCDM) (Godino et al., 2017) y el enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática (EOS) (Godino et al., 2007). Para esto, la PMSF estudió una batería de indicadores y, posteriormente, diseñó una batería específica con indicadores propios o adaptados de la batería previa.

Abordar esta problemática tiene una razón fundamental y es que es el futuro profesorado quienes pueden ofrecer a sus estudiantes la formación necesaria para su desarrollo como individuos plenos, productivos, y con herramientas para mejorar su entorno y el de los demás seres vivos del planeta, más allá de solo la preparación para los trabajos del futuro o como profesionales que, por sí mismas, ya son razones suficientes (D'Ambrosio, 2009).

## Marco Referencial

### Contexto Educativo Generado por la Pandemia

La pandemia COVID-19 sumó muchas nuevas condiciones y circunstancias a la educación actual. Los ambientes presenciales tradicionales se vieron truncados por la imposibilidad de asistir a las aulas y se requirió mantener a la mayor cantidad de personas aisladas o en confinamiento. Ante esto, los ambientes emergentes, como los modelos híbridos y virtuales, clases sincrónicas y asincrónicas, y muchas otras nuevas variantes, fueron la única vía para sostener los procesos educativos, pese a que, por limitaciones de acceso, equipo, de personal capacitado, entre otros, no fue una realidad para toda la población. Al ser imposible las clases cara a cara, el papel de docentes, estudiantes, y en general los núcleos familiares fue incierto y dispar (Rosillo & Montes, 2021). Conforme se redujo o eliminó el confinamiento, los distintos sistemas educativos buscaron formas apropiadas para dar continuidad a los procesos. En algunas universidades de Brasil y Chile (Breda et al., 2020), España (Breda et al., 2020; Rosillo & Montes, 2021), Ecuador (Calle et al., 2021) y Costa Rica (Morales-López et al., 2021), se ejecutaron variantes donde una parte del grupo de estudiantes asistía y otra trabajaba desde la casa. En otros casos como en el preuniversitario, hubo periodos estrictos de

presencialidad y otros de virtualidad, dependiendo de las tasas de contagio y las capacidades de los sistemas de salud en momentos específicos (Font & Sala, 2020; Vale & Graven, 2023; Zhou et al., 2020). Actualmente, prácticamente la totalidad ya ha vuelto a los sistemas educativos prepandemia.

Respecto al trabajo y las condiciones del profesorado, la evidencia muestra que hubo una sobrecarga laboral que limitó muchas de las acciones de planificación y ejecución (Medina-Guillen et al., 2021). Además, el sentimiento de aislamiento y no saber, en muchos casos, si sus estudiantes tenían interés por aprender, lo afectó (Engelbrecht et al., 2020).

De esta manera, esta investigación parte de este contexto específico, con sus problemáticas, retos y fortalezas, y las experiencias adquiridas a partir de la pandemia COVID-19, para investigar y proponer posibles rutas para la construcción de conocimientos vinculados a la reflexión sobre el uso de recursos tecnológicos por parte de los PMSF en entornos emergentes. Al igual que Sukiman et al. (2022), se considera que, si se logra comprender las condiciones de la pandemia y los cambios que se realizaron durante esta (los exitosos y los que no), se pueden construir nuevas líneas de aprendizaje para un mejor futuro educativo postCOVID-19 y, asimismo, considerando que las soluciones no perjudiquen a quienes ya vienen de una situación de desventaja previa o por los problemas y desigualdades generados durante este periodo (Pedró, 2020).

### **Entornos Emergentes y la Postpandemia**

Varios modelos educativos que se implementaron ya habían sido desarrollados en tiempos de prepandemia. Por ejemplo, en el caso de la educación a distancia ya existía una amplia trayectoria de la educación matemática en este modelo. La educación matemática a distancia en tiempos de pandemia sorteó resultados variables en distintos países. En comparaciones entre países como Bélgica, Alemania y Holanda (Drijvers et al., 2021; Thurm et al., 2023), Italia, Estados Unidos y Alemania (Krause et al., 2021), España y Alemania (Barlovits et al., 2021), se notan enormes diferencias en la forma que se desarrollaron las clases a distancia, derivadas principalmente de directrices como políticas educativas, normativas de salud y de emergencia, de organización institucional, entre otros. Asimismo, trabajos como los de Vale y Graven (2023) evidencian las distintas etapas en la pandemia COVID-19 y los vínculos con la tecnología que se tuvo disponible para asegurar la continuidad de la educación matemática en zonas, por ejemplo, de Sudáfrica.

Por otro lado, el modelo de aprendizaje en línea, que se considera una variación de la educación a distancia, también generó consecuencias no esperadas. Resultados de investigaciones en Arabia Saudita (Aloufi et al., 2021), Irlanda y Australia (Mullen et al., 2021) y trabajos de Wang (2021) muestran que las experiencias y perspectivas de la educación online ante el COVID-19 influyeron directamente en la concepción de lo que era relevante en la educación matemática en línea, tanto en docentes como en estudiantes.

La enseñanza remota de emergencia (ERE) fue una derivación directa de los problemas generados por el confinamiento y donde se pasó de los modelos tradicionales cara a cara al e-learning. Ante la emergencia, el Coronateaching fue una actividad que se implementó en muchas instituciones y que se redujo a “transformar las clases presenciales a modo virtual,

pero sin cambiar el currículum ni la metodología” (Pérez, 2020, párr. 3.). En trabajos de Chacón y Vargas (2021) y Llinares (2021) se documentaron algunas de las implicaciones de este fenómeno en la formación inicial y desarrollo profesional de docentes y, por ejemplo, en León (2021), los impactos en los hogares y núcleos familiares.

Existen muchos otros modelos (Blended Learning, M-Learning, entre otros) y estructuras (híbridas, asincrónicas, sincrónicas, mixtas, entre otros) que tuvieron impacto durante la pandemia. En el caso de esta investigación se consideró una clase planificada con la modalidad virtual y sincrónica con recursos creados a la medida para estudiantes de distintos colegios, como la base para la realización de la reflexión por el PMSF. Este entorno fue considerado como emergente, pues, aunque el modelo educativo en sí ya está desarrollado, ni docentes que planificaron e impartieron la clase ni estudiantes tenían experiencias previas regulares en estos entornos y, además, se ejecutó en el contexto de la pandemia de la COVID-19.

### **Reflexión de la Instrucción Matemática con el Uso de los CID.**

El EOS es una teoría que nace de la necesidad de la integración de distintos marcos con el objetivo de estudiar los fenómenos asociados a la educación matemática a través de la comprensión de los conocimientos matemáticos, didácticos y didáctico-matemáticos vinculados a la educación matemática. Una de las mayores fortalezas del EOS es que posee importantes herramientas metodológicas y teóricas que permiten comprender y evaluar la instrucción matemática.

A partir de esta teoría nació el modelo CCDM que trata de integrar, a su vez, las competencias y conocimientos didácticos-matemáticos del profesorado de matemáticas donde se da especial énfasis a la interpretación de las competencias y los conocimientos como entidades ligadas, donde el conocimiento se requiere para mostrar habilidad en acción y, la habilidad, simultáneamente, genera evidencia del conocimiento en la práctica.

La reflexión dentro del CCDM es una competencia que puede ser desarrollada e incentivada, la cual no se da de manera aislada los procesos de instrucción. La reflexión es parte del proceso transversal y sistemático de una gran competencia de descripción, análisis e intervención didáctica (Pino-Fan, et al., 2022). Esta es definida como la competencia de análisis y valoración de la idoneidad didáctica que busca un juicio razonado de manera profesional sobre distintas situaciones vinculadas a la planificación, ejecución y evaluación de los procesos de instrucción (Godino et al., 2017).

Godino et al. (2023, p. 7) consideran la idoneidad didáctica en los siguientes términos:

Grado en que dicho proceso (o una parte del mismo) reúne ciertas características que permiten calificarlo como óptimo o adecuado para conseguir la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes (aprendizaje) y los significados institucionales pretendidos o implementados (enseñanza), teniendo en cuenta las circunstancias y recursos disponibles (entorno) (Godino et al., 2023, p. 7).

Las facetas o criterios generales de la idoneidad didáctica son: 1) Idoneidad epistémica, que refiere a la calidad de las matemáticas; 2) Idoneidad cognitiva, que refiere a los procesos

de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas; 3) Idoneidad interaccional, que refiere a la forma en que interactúan los distintos actores; 4) Idoneidad mediacional, que refiere al uso y manejo de medios y recursos, 5) Idoneidad afectiva, que refiere a las distintas actitudes, emociones e intereses; 6) Idoneidad ecológica, que refiere al vínculo de la matemática con el entorno. Cada una de estas facetas contiene una serie de componentes, y estos, a su vez, una serie de indicadores. En la Tabla 1 se pueden observar los componentes básicos de cada faceta. Los indicadores específicos de cada componente pueden ser consultados en Breda y Lima (2016).

**Tabla 1.**

*Facetas o criterios y componentes de idoneidad didáctica*

<b>Faceta o criterios</b>	<b>Componentes generales</b>
<b>Epistémica</b>	Errores, ambigüedades, riqueza de procesos, representatividad
<b>Cognitiva</b>	Conocimientos previos, adaptaciones curriculares a las diferencias individuales, aprendizaje, alta demanda cognitiva
<b>Interaccional</b>	Interacción docente- discente, interacción entre discentes, autonomía, evaluación formativa
<b>Mediacional</b>	Recursos materiales, número de estudiantes, horario y condiciones del aula, tiempo
<b>Afectiva</b>	Intereses y necesidades, actitudes, emociones
<b>Ecológica</b>	Adaptación al currículo, conexiones intra e interdisciplinarias, utilidad sociolaboral, innovación didáctica

*Fuente.* Breda y Lima (2016, pp. 80-83)

La PMSF de esta investigación utilizó las facetas, componentes y, principalmente, los CID propuestos en Breda y Lima (2016) como base para construir una batería de indicadores de análisis que le permitieran realizar una valoración de lo que ocurrió en la clase videograbada. Esta estrategia coincide con el razonamiento de Breda et al. (2018) donde señalan que “en la formación inicial de profesores, parece razonable que, en lugar de presentar los criterios de idoneidad como principios ya elaborados, se creen espacios para su generación” (p. 273). En el siguiente apartado se explican con detalle los términos de la ejecución del estudio.

## **Metodología**

El paradigma de la investigación es cualitativo con un enfoque exploratorio en el que se busca identificar situaciones, condiciones, circunstancias y posibles relaciones en un contexto particular para contribuir con la construcción de conocimiento (Pinto, 2018). La recolección de información se realizó entre agosto y noviembre de 2022 y participó una PMSF de quinto año de licenciatura de enseñanza de las matemáticas en una universidad en Costa Rica. Su selección fue a conveniencia y por su interés por participar en el estudio. Ella leyó y firmó un consentimiento informado sobre la investigación, el manejo de datos y resultados.

### ***Protocolo e Instrumentos***

Respecto al protocolo de la investigación se plantearon dos grandes bloques formativos. En un primer bloque se le explicó sobre sistemas de organización de conocimiento como el de

Shulman (1986; 1987) y otros vinculados a la educación matemática. En un segundo bloque formativo se desarrollaron temas propios del EOS, el CCDM y los CID. Se puso especial énfasis en estos últimos y en descriptores e indicadores para cada criterio, diseñados en la investigación de Breda y Lima (2016). Cada uno de estos bloques contó con sesiones presenciales de trabajo, trabajo independiente de la estudiante para realizar tareas y lecturas sobre la temática, y atención de consultas personalizadas, de tal manera que ella pudiera profundizar lo más posible en estas temáticas.

Posteriormente se le pidió a la PMSF que observara una clase de matemáticas virtual sobre el tema de funciones que se ejecutó durante la pandemia COVID-19 y creara o adaptara indicadores de análisis para estudiar lo que ocurrió en el aula y construyera una reflexión. Así, se recolectaron tanto su rúbrica como la reflexión que redactó. Respecto al material videograbado corresponde a una clase de 120 minutos sobre la introducción a elementos generales del tema de funciones. Fue impartida por tres docentes y se utilizaron el Zoom para organizar la reunión, el GeoGebra y Nearpod para desarrollar contenido matemático y el AwwApp como pizarra virtual. Durante la clase se desarrollaron: un problema inicial, trabajo independiente, discusión, ejercicios, cierre de los conceptos y una actividad para vincular lo visto con el contexto de COVID-19.

Se crearon dos tareas para la estudiante (instrumentos). En el primer instrumento se le solicitó construir específicamente indicadores orientados a la valoración de una clase virtual de matemáticas del tema de funciones, donde podía utilizar o adaptar indicadores basados en Breda y Lima (2016) o crear nuevos para evidenciar y exponer elementos de interés que ocurrían en el video que ella observó. El producto de este instrumento fue una tabla con los indicadores que construyó. La segunda pauta consistió en realizar una reflexión en prosa de extensión de 3 a 4 páginas sobre el video de la clase virtual utilizando específicamente los indicadores creados en la rúbrica que había construido previamente, dando además la oportunidad de agregar nuevos indicadores si era necesario. El producto de esta segunda pauta fue la reflexión que se analizó.

### ***Técnica de Análisis de la Información***

Dado el tipo de estudio y el tipo de información que se recolectó, se utilizó el análisis de contenido de Bardín (1996). Para este autor este análisis se comprende como una estrategia para obtener indicadores “por procedimientos sistemáticos y objetivos de descripción del contenido de los mensajes permitiendo la inferencia de conocimientos relativos a las condiciones de producción/recepción (contexto social) de estos mensajes” (p. 32). Para esto se codificó la información y se utilizó una hoja de cálculo que permitiera la visualización del vínculo entre lo que ella expresó y los indicadores de análisis que determinó, para conocer y caracterizar la forma en que logró emplearlos en una actividad reflexiva sobre la clase. Para ello, se trató de clasificar dependiendo el tipo de reflexión realizada tendiente a la descripción o al análisis.

## Resultados

Para realizar la reflexión, la PMSF estableció una batería con 27 indicadores de análisis (diez creados por ella; diez adaptados y siete tomados textualmente de Breda y Lima, 2016). Además, utilizó la misma estructura de facetas de lo CID para la organización.

**Tabla 2**

*Indicadores de análisis creados, adaptados o tomados por la PMSF, organizados por los CID y la fuente original de cada indicador*

Dominio	Indicador	Recurso*
Idoneidad Epistémica	Usa los errores a su favor para mejorar la explicación.	[3]
	Hace uso adecuado del lenguaje matemático.	[1]
	Usa diferentes tipos de representaciones.	[3]
	Utiliza situaciones problema contextualizados.	[1]
	Analiza representaciones en contextos reales.	[2]
	Se observan ambigüedades que pueden llevar a la confusión de definiciones y procedimientos de estudiantes.	[2]
Idoneidad Cognitiva	Construye nuevos conocimientos a partir de los previos.	[3]
	El docente se expresa adecuadamente de tal forma que sus estudiantes comprenden los conceptos.	[1]
	Realiza actividades para reforzar los conocimientos.	[2]
	El profesor resalta el uso adecuado de los intervalos abiertos para indicar donde la función es creciente y decreciente	[1]
Idoneidad Interaccional	El profesor hace una presentación adecuada del tema funciones.	[3]
	El docente está anuente a activar el audio.	[1]
	Promueve la participación de los estudiantes.	[1]
	Promueve un ambiente adecuado durante la clase.	[1]
	La interacción permite identificar dificultades.	[2]
Idoneidad Mediacional	Utiliza recursos tecnológicos.	[2]
	Utiliza recursos tecnológicos de acuerdo con la clase virtual y libres.	[1]
	Utilización de software dinámicos como GeoGebra para promover la visualización.	[2]
	Se toman en cuenta los problemas de conexión que puedan tener los estudiantes.	[1]
Idoneidad Afectiva	Se crean actividades que permitan al estudiante estar motivado.	[1]
	Las actividades propuestas despiertan el interés del estudiante.	[2]
	Se promueve la implicación y participación de los estudiantes en las actividades desarrolladas.	[2]
	Se favorece la argumentación en situaciones de Igualdad.	[3]
Idoneidad Ecológica	Se apega a las etapas según el programa de estudios de matemática (discusión, trabajo individual, movilización, etc.)	[2]
	Los contenidos abarcados del tema de funciones corresponden con las directrices curriculares.	[2]
	Los contenidos se relacionan con contenidos de otras áreas.	[3]
	Los contenidos son útiles para la inserción socio-laboral.	[3]

*Nota.* Recurso\* [1]=Propio; [2]=Adaptado de Breda y Lima (2016); [3]=Tomado textualmente de Breda y Lima (2016), según la PMSF.

*Fuente.* Propia de la investigación.

Ahora se analiza la forma en que la PMSF empleó estos indicadores de análisis en su reflexión. En una primera sección inicia con una descripción sobre la cantidad de estudiantes, la estructura organizativa y los recursos que se utilizan. Posteriormente ella describe la

secuencia que percibió (El problema inicial y la solución de las preguntas; presentación de un video; visualización a través de GeoGebra; y Actividades de reforzamiento). Indica que uno de los profesores plantea las preguntas y los otros dos son los que luego resolverán las preguntas junto con sus estudiantes. La PMSF describe con bastante detalle las acciones de los profesores y la organización en estas cuatro secciones que ella definió. En toda esta parte de su escrito la PMSF no realiza ningún tipo de valoración sobre lo que ocurre y se enfoca en el papel de los profesores, la organización de la clase y los recursos.

En la segunda sección de su reflexión ella utiliza las facetas como organizadores generales y enuncia cada uno de los indicadores, ofreciendo un ejemplo o justificación del porque ese indicador está presente o no.

En lo que respecta a la idoneidad epistémica la PMSF trató de utilizar todos los que ella enunció, dando énfasis al manejo de errores, las ambigüedades y la representatividad. La evidencia muestra que en realidad ella comprendió correctamente la naturaleza de esta faceta, pues se centra en la calidad de la matemática en cada uno de los componentes. Por ejemplo, ella indica que el profesor aprovecha los errores para aumentar la calidad de la explicación que ha dado sobre los conceptos.

PMSF: Se puede observar cuando se les pregunta, ¿En qué intervalo de tiempo el balón sube? Luego, revisa algunas de las respuestas de los estudiantes y discute unas que le parecen interesantes, por ejemplo:  $[0, 3.9]$  y le pregunta al estudiante porque escribió esa respuesta. Lo cual genera una discusión que lleva al docente a mencionar que ese detalle se relaciona con el concepto de infinito.

Cabe indicar dos situaciones particulares de interés en esta faceta. La PMSF, luego de ver el video y al construir su batería de indicadores, incluyó uno muy relevante respecto al lenguaje matemático que utiliza el docente. Este indicador, aun cuando no aparece explícitamente en el trabajo de Breda y Lima (2016), sí aparece en otras investigaciones como en Godino et al. (2012; 2023) y Godino (2013). La profesora en formación señala que el lenguaje matemático es correcto, pero no así adecuado. Este se le dificultó a los estudiantes, y principalmente con el tema del manejo de intervalos. El segundo elemento es que ella incluye un indicador de análisis propio relacionado al uso del lenguaje cotidiano como un indicador de análisis, pero lo usa como contraparte del indicador de lenguaje matemático para indicar que el lenguaje cotidiano que se usó también causó problemas de comprensión.

PMSF: El uso excesivo e inadecuado del lenguaje cotidiano por los docentes ocasionó confusión en los estudiantes, otras la no comprensión de lo que preguntaban o respuestas incorrectas, debido a que el docente no se lograba expresar de la mejor manera.

Por otro lado, ella indicó en su rúbrica el indicador de análisis sobre si los problemas que se presentan están contextualizados, pero esto, dependiendo de cómo se interprete, podría no ser pertinente a esta faceta. Esto podría explicar por qué ella aun cuando lo incluyó como propio en su batería, no lo usó en esta idoneidad.

En lo que respecta a la idoneidad cognitiva ella indica que sí se observa evidencia de que los profesores tienen en cuenta que en el programa hay conocimientos previos, pero aun así

los estudiantes tienen dificultades. Ella considera que los profesores pudieron atender algunas de estas. Es importante que la PMSF incluya al lenguaje como un indicador, pues ella interpreta que no solo evidencia problemas entre la formalidad matemática y el lenguaje cotidiano, sino que esto interfiere en el aprendizaje.

PMSF: Los docentes no siempre se expresaban adecuadamente, ya que algunos estudiantes tenían dificultades para comprender los conceptos o comprender lo que preguntaban.

Sobre la faceta interaccional, la PMSF indica que, aunque hay una presentación adecuada, no siempre se enfatiza en los conceptos claves; además, destaca en su reflexión que los profesores sí promueven una inclusión, pero que se evidencia que no todos logran implicarse en las actividades. En este caso ella trata de justificar todos los indicadores que propuso en su batería.

PMSF: Se contemplan momentos en los que los estudiantes asumen la responsabilidad del estudio. Cuando se estaban realizando las actividades de reforzamiento no todos los estudiantes resolvieron los ejercicios y otros tenían problemas para ingresar.

En su redacción, ella transita entre justificaciones para los indicadores y ejemplos explícitos vinculados a la materia y el papel que juegan los docentes observados.

En la faceta mediacional destaca elementos como el uso de recursos libres para la clase virtual y que esto, según ella, puede hacerla más interactiva. Además, indica que el uso de software especializado ofrece oportunidades importantes para el desarrollo de la clase.

PMSF: los docentes utilizaron el software dinámico GeoGebra con el que se promueve la visualización y se tiene más flexibilidad para mostrar algunos cambios en las funciones, determinando diferentes dominios, rangos, preimágenes e imágenes. Sin embargo, no todos los docentes aprovecharon este recurso.

El anterior extracto es un ejemplo en donde ella no solo se preocupa por indicar que sí hay utilización de recursos tecnológicos, sino que se enfoca en justificar cómo puede ser usado el recurso y, como en este caso, no siempre se le explotó de forma completa. No hay, aun así, evidencia de que ella proponga oportunidades de mejora explícitas.

Por otro lado, ella señala que hubo problemas de conexión y describe la forma en que los docentes lo atendieron, evidenciando su conocimiento técnico para atender estas situaciones. Ella señala que hay un problema sobre la planificación-ejecución respecto al tiempo, pues observó que varias actividades no se completaron. En su reflexión sobre este tema, ella nuevamente muestra evidencia de justificar a través de situaciones específicas sus afirmaciones sobre los indicadores.

PMSF: Considero que el tiempo no se adecuó efectivamente a las actividades propuestas, incluso uno de los docentes lo menciona en la clase, porque indica que algunos de los ejercicios los estudiantes los resuelven muy rápido, pero tenían que esperar a que terminara el tiempo programado.

En el caso de las facetas afectiva y ecológica la PMSF realizó muy pocas justificaciones y más bien se limitó a señalar la ausencia o presencia del indicador. En estos dos últimos, de cierta manera, mezcla sus indicadores para vincular el impacto que tuvo en el estudiante el hecho de que se mostraran actividades contextualizadas.

PMSF: La inclusión de una gráfica de los casos activos de COVID-19 en Costa Rica, logró que los estudiantes perciban la relación de la matemática con el contexto, dado que al presentar la gráfica muchos estudiantes participaron dando su opinión de la representación.

Finalmente señala que la clase está estructurada de forma correcta, según se solicita en los programas de estudios oficiales, y aunque no hay un vínculo directo con otras áreas del conocimiento, sí hay una conexión con situaciones cotidianas (de la COVID-19).

### Discusión y Conclusiones

La PMSF logró estudiar y comprender los elementos generales sobre los CID y sus indicadores. Esto se evidencia tanto en la construcción de la batería que realizó, como en la reflexión que redactó. Los ejemplos seleccionados y mostrados en el apartado anterior justifican esta afirmación. Así, respecto al objetivo de esta investigación, se evidencia en el análisis la existencia de comentarios altamente descriptivos y valoraciones congruentes con el empleo tanto de indicadores previos y adaptados, así como de indicadores que construyó para realizar su análisis.

También se muestra que su análisis carece de cierta profundidad para poder emprender acciones de mejora. Aun así, en el contexto de la formación docente, este tipo de profundidad podría ser difícil de obtener de actividades aisladas. Todo lo desarrollado en este estudio parece indicar que se requiere de tareas sistemáticas y planificadas a lo largo del currículo y de varias asignaturas para que el estudiantado alcance mayores niveles de reflexión; así, estos resultados pueden ser de utilidad para quienes tienen como tarea la definición de los currículos futuros de profesorado de matemáticas.

Otros trabajos previos sobre CID en profesorado en formación, aunque no vinculados a la educación en entornos emergentes ni tecnológicos, han mostrado algunos hallazgos similares a los aquí determinados. Se concluye que la PMSF conoce o posee algunas ideas de posibles CID e indicadores tanto en la componente matemática y didáctica (Breda, 2020) y, en mucha menor medida, tecnológica; sin embargo, ella no los logró organizar para una descripción y análisis sobre la tecnología en la clase. Persiste una falta de organización y comprensión sobre el papel que juega la tecnología y la forma en que se interrelaciona con los componentes matemáticos y didácticos; aunque es claro que alcanzar un análisis así no es trivial, el uso de los CID como organizadores y como herramienta metodológica le permitieron una descripción general de la clase videograbada (Giacomone et al., 2018; Malet et al., 2021) lo cual puede ser una base para orientar un análisis específico respecto a las tecnologías.

Una de las principales hipótesis que se desprende de este trabajo es que, aunque la evidencia muestra que los CID permiten al PMSF realizar una descripción y análisis general

de lo que ocurre en la clase, es posible que no logre establecer indicadores de análisis más específicos en lo que refiere a la educación en entornos emergentes pues, estos docentes vivieron por un corto tiempo la experiencia en entornos de enseñanza remota de emergencia como estudiantes, en lugar de un entorno más integral como se puede desprender de la educación virtual. Es decir, al PMSF pocas veces se le forma de manera profesional para impartir clases en entornos bimodales, virtuales, entre otros y, comúnmente, todo se reduce al espacio presencial y tradicional. Esto es consistente con trabajos como De Vera y Balgua (2023), donde se manifiesta que el profesorado tiene muy poco o nulo contacto con entornos donde se promueva, de manera tripartita, la utilización de herramientas digitales de enseñanza, plataformas digitales de enseñanza y software de matemáticas.

Finalmente, el concepto de idoneidad didáctica es una herramienta metodológica que permitió crear un análisis. Sin embargo, como toda herramienta, los CID deben ser estudiados de forma adecuada y debe recibirse acompañamiento por parte de personal formador de profesorado para comprender su alcance y posibles limitaciones que surjan de la adaptación a contextos específicos. En este caso se muestra que el análisis construido aún tiene muy pocos elementos vinculados fuertemente a la tecnología y, eventualmente es posible que el estudio de un marco de referencia teórico - práctico sobre tecnologías pueda integrarse a este tipo de actividad para aumentar la calidad de la reflexión en esta temática.

### **Agradecimientos**

Esta investigación se llevó a cabo en el contexto de: 1) Grant PID2021-127104NB-I00 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por “ERDF A way of making Europe”; 2) (Yuri Morales López) El programa de doctorado “Didàctica de les Ciències, les Llengües, les Arts i les Humanitats” de la Universitat de Barcelona, España; 3) El financiamiento de la Universidad Nacional, Costa Rica.

### Referencias

- Aloufi, F., Khalil, I. A.-H., Elsayed, A. M. A., Wardat, Y., & Al-Otaibi, A. (2021). Virtual Mathematics Education during COVID-19: An Exploratory Study of Teaching Practices for Teachers in Simultaneous Virtual Classes. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 20(12), 85-113. <https://doi.org/10.26803/IJLTER.20.12.6>
- Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido* (2.<sup>da</sup> Ed.). Ediciones Akal.
- Barlovits, S., Jablonski, S., Lázaro, C., Ludwig, M., & Recio, T. (2021). Teaching from a distance—Math lessons during covid-19 in Germany and Spain. *Education Sciences*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/educsci11080406>
- Breda, A. & Lima, V. (2016). Estudio de caso sobre el análisis didáctico realizado en un trabajo final de un máster para profesores de matemáticas en servicio. *Redimat*, 5(1), 74-103. <https://doi.org/10.17583/redimat.2016.1955>
- Breda, A. (2020). Características del análisis didáctico realizado por profesores para justificar la mejora en la enseñanza de las matemáticas. *Bolema*, 34(66), 69-88. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a04>
- Breda, A., Farsani, D., & Miarka, R. (2020). Political, technical and pedagogical effects of the COVID-19 Pandemic in Mathematics Education: An overview of Brazil, Chile and Spain. *INTERMATHS*, 1(1), 3-19. <https://doi.org/10.22481/intermaths.v1i1.7400>
- Breda, A., Font, V., & Pino-Fan, L. R. (2018). Criterios valorativos y normativos en la didáctica de las matemáticas: El caso del constructo idoneidad didáctica. *Bolema: boletim de educação matemática*, 32, 255-278. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a13>
- Calle, E., Mora, M., Jacome, M., & Breda, A. (2021). La enseñanza de las matemáticas en un curso de formación en contexto de pandemia: La percepción de futuros profesores de matemáticas de Ecuador. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16, 200-215.
- Chacón, Y. & Vargas, W. (2021). *Perfil de los estudiantes de la carrera Bachillerato y Licenciatura en Enseñanza de la Matemática de la Universidad Nacional sobre los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y del contenido función cuadrática* [Tesis de la Universidad Nacional]. [www.bit.ly/3MZy524](http://www.bit.ly/3MZy524)
- D'Ambrosio, U. (2009). Some Reflections on Education, Mathematics, and Mathematics Education. En R. Even & D. L. Ball (Eds.), *The Professional Education and Development of Teachers of Mathematics: The 15th ICMI Study* (pp. 239-244). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-09601-8\\_24](https://doi.org/10.1007/978-0-387-09601-8_24)
- De Vera, M. C. & Balgua, B. O. (2023). Utilization of technologies in teaching mathematics in a flexible learning environment. In *International Conference on Information Technology and Mechatronics Engineering (Icitme) 2021* (2602). Pangasinan, Philippines. <https://doi.org/10.1063/5.0147566>
- Drijvers, P., Thurm, D., Vandervieren, E., Klinger, M., Moons, F., van der Ree, H., Mol, A., Barzel, B., & Doorman, M. (2021). Distance mathematics teaching in Flanders, Germany, and the Netherlands during COVID-19 lockdown. *Educational Studies in Mathematics*, 108(1-2), 35-64. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10094-5>

- Engelbrecht, J., Llinares, S. y Borba, M. C. (2020). Transformation of the mathematics classroom with the internet. *ZDM Mathematics Education*, 52, 825–841. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01176-4>
- Font, V., & Sala, G. (2020). 2021. Un año de incertidumbres para la educación matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 34, i-v. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n68e01>
- Giacomone, B., Godino, J. D., & Beltrán-Pellicer, P. (2018). Desarrollo de la competencia de análisis de la idoneidad didáctica en futuros profesores de matemáticas. *Educação e Pesquisa*, 44. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844172011>
- Godino, J. D. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 11, 111-132. [www.bit.ly/3NR1kEr](http://www.bit.ly/3NR1kEr)
- Godino, J. D., Batanero, C. & Burgos, M. (2023). Theory of didactical suitability: An enlarged view of the quality of mathematics instruction. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(6), em2270. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13187>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), 127-135. <https://doi.org/10.1007/s11858-006-0004-1>
- Godino, J. D., Giacomone, B., Batanero, C. & Font, V. (2017). Onto-Semiotic Approach to Mathematics Teacher's Knowledge and Competences. *Bolema*, 31(57), 90-113. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a05>
- Godino, J. D., Rivas, H., & Arteaga, P. (2012). Inferencia de indicadores de idoneidad didáctica a partir de orientaciones curriculares. *Praxis educativa*, 7(2), 331-354. <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.7i2.0002>
- Krause, C. M., Di Martino, P., & Moschkovich, J. N. (2021). Tales from three countries: Reflections during COVID-19 for mathematical education in the future. *Educational Studies in Mathematics*, 108(1), 87-104. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10066-9>
- León, N. (2021). La educación matemática en hogares venezolanos durante la pandemia. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 20, 256-278.
- Llinares, S. (2021). Educación matemática y COVID-19 en las Américas: Limitaciones, adaptaciones, y lecciones aprendidas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 20, 12-28.
- Malet, O., Giacomone, B., & Repetto, A. M. (2021). A Idoneidade didática como ferramenta metodológica: desenvolvimento e contextos de uso. *Revemop*, 3, e202110. <https://doi.org/10.33532/revemop.e202110>
- Medina-Guillen, L. F., Quintanilla-Ferrufino, G. J., Palma-Vallejo, M., & Guillen, M. F. M. (2021). Workload in a group of Latin American teachers during the COVID-19 pandemic. *Uniciencia*, 35(2), 1-13. <https://doi.org/10.15359/ru.35-2.15>
- Morales-López, Y., Gavarrete-Villaverde, M. E., & Alpízar-Vargas, M. (2021). Acciones y desafíos en la formación de docentes de matemáticas en el contexto de la pandemia en la Universidad Nacional—Costa Rica. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 20, 216-228.

- Mullen, C., Pettigrew, J., Cronin, A., Rylands, L., & Shearman, D. (2021). Mathematics is different: Student and tutor perspectives from Ireland and Australia on online support during COVID-19. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 40(4), 332-355. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrab014>
- Pedró, F. (2020). COVID-19 y educación superior en América Latina y el Caribe: Efectos, impactos y recomendaciones políticas. *Análisis Carolina*, 36(1), 1-15. [https://doi.org/10.33960/ac\\_36.2020](https://doi.org/10.33960/ac_36.2020)
- Pérez, C. (27 de abril de 2020). El gran test de las clases ‘online’. *LT La tercera website*. [www.bit.ly/438ZpQ2](http://www.bit.ly/438ZpQ2)
- Pino-Fan, L., Castro, W., & Font, V. (2022). A Macro Tool to Characterize and Develop Key Competencies for the Mathematics Teacher’ Practice. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10301-6>.
- Pinto, J. E. M. (2018). *Metodología de la investigación social: Paradigmas: cuantitativo, sociocrítico, cualitativo, complementario*. Ediciones de la U.
- Rosillo, N. & Montes, N. (2021). Escape Room Dual Mode Approach to Teach Maths during the COVID-19 Era. *Mathematics*, 9(20), 2602. <https://doi.org/10.3390/math9202602>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4 -14. <https://doi.org/10.3102/0013189x015002004>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Sukiman, Haningsih, S., & Rohmi, P. (2022). The pattern of hybrid learning to maintain learning effectiveness at the higher education level post-COVID-19 pandemic. *European Journal of Educational Research*, 11(1), 243-257. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.1.243>
- Thurm, D., Vandervieren, E., Moons, F., Drijvers, P., Barzel, B., Klinger, M., van der Ree, H., & Doorman, M. (2023). Distance mathematics education in Flanders, Germany, and the Netherlands during the COVID 19 lockdown—The student perspective. *ZDM – Mathematics Education*, 55(1), 79-93. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01409-8>
- Vale, P. & Graven, M. (2023). Strategies implemented by South African teachers to ensure continuing mathematics education during COVID-19. *ZDM - Mathematics Education*, 55(1), 163-176. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01408-9>
- Wang, H. (2021). What works and what does not: A reflective practice on an online mathematics class. *Mathematics Teaching-Research Journal*, 13(1), 16-30
- Zhou, L., Wu, S., Zhou, M., & Li, F. (2020). «School’s Out, But Class’ On», The Largest Online Education in the World Today: Taking China’s Practical Exploration During The COVID-19 Epidemic Prevention and Control As an Example. *Best Evidence of Chinese Education*, 4(2), 501-519. <https://doi.org/10.15354/bece.20.ar023>