revista de investigación educativa de la Rediech

REDIECH Red de Investigadores Educativos CHIHUAHUA

• Volumen 15 • 2024 • e1938 • ISSN: 2448-8550 •

La problematización de la matemática escolar y el diseño de situaciones de aprendizaje en un escenario de desarrollo profesional docente

The problematization of school mathematics and the design of learning situations in a scenario of teacher education

Luis Manuel Cabrera Chim • Roberto Romano Rivera

Resumen

Diseñar situaciones de aprendizaje requiere de una teoría que guíe su racionalidad y poseer o desarrollar conocimientos profesionales. Sin embargo, muchos procesos de desarrollo profesional dejan fuera el proceso de diseño y la comprensión de los desafíos profesionales que conlleva. Por su parte, la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa plantea que la problematización del saber matemático permite identificar elementos importantes para elaborar las situaciones de aprendizaje. Así, interesa comprender cómo los profesores articulan los elementos de dicha problematización en las situaciones de aprendizaje que elaboran. Para ello se analizaron las situaciones generadas por profesores en un espacio de desarrollo profesional. Esto se realizó a partir de tres categorías: problematización del saber matemático, rediseño del discurso matemático escolar y trayectoria hipotética de aprendizaje. Los resultados muestran que los profesores tienen dificultades para realizar problematizaciones robustas y pertinentes, que favorezcan, entre otras cosas, identificar y establecer aquellas prácticas que normen la significación de los saberes matemáticos. Además reducen la dimensión social al establecer contextos donde trabajar el contenido matemático. También tienen dificultades para incorporar los elementos producto de la problematización en una adecuada trayectoria de aprendizaje. Por tanto, la problematización es necesaria, pero no basta para diseñar las situaciones de aprendizaje.

Palabras clave: Actividades de aprendizaje, formación de profesores, matemática educativa.

Abstract

Designing learning situations requires a theory that guides its rationality and develops professional knowledge. However, many professional development processes leave out the design process and the understanding of the challenges that come with it. The Socioepistemological Theory of Mathematics Education states that the problematization of mathematical knowledge allows the identification of design principles to elaborate learning situations. Thus, it is of interest to understand how teachers articulate the elements of said problematization in the learning situations they develop. For this, the learning situations designed by the teachers were analyzed using three categories: problematization of mathematical knowledge, redesign of school mathematical discourse, and hypothetical learning trajectory. The results show that teachers have difficulties carrying out robust and pertinent problematizations, which favor, among other things, identifying and establishing those practices that regulate the significance of mathematical knowledge. In addition, it reduces the social dimension to establishing contexts in which to work on mathematical content. They also have difficulties incorporating the elements resulting from the problematization in an adequate learning trajectory. Therefore, problematization is necessary but is not enough to design learning situations.

Keywords: Learning activities, teacher education, Mathematics education.

Recibido: 18 de agosto de 2023 | *Aprobado:* 12 de mayo de 2024 | *Publicado:* 22 de mayo de 2024
https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v15i0.1938

ie revista de investigación educativa de la Rediech
vol. 15 • 2024 • e1938 • ISSN: 2448-8550

Introducción

El diseño de tareas matemáticas no es una tarea sencilla y requiere del desarrollo de conocimiento profesional docente (Kieran et al., 2015). Un diseño didáctico y el proyecto de las tareas que lo conforman requiere estar sustentado en una teoría, la cual les dé racionalidad y apoyo instruccional en la forma de principios de diseño bastante explícitos (Kieran et al., 2015). Las tareas deben tener un adecuado nivel de dificultad para los estudiantes, generar diferentes estrategias de solución, crear espacios de argumentación y debate, entre otros aspectos (Fujii, 2015; Kieran et al., 2015). Sin embargo, muchos de los programas o acciones destinados a la formación y profesionalización docente, por ejemplo, dos relevantes a nivel internacional, el *noticing* (Groenwald y Llinares, 2022) y *lesson study* (Lee y Choy, 2017), se centran fuertemente en analizar los procesos y los resultados de la implementación de diseños didácticos en el aula y sus posibles refinamientos (Esteley et al., 2021; Fujii, 2015; Lee y Choy, 2017; Llinares et al., 2019), es decir, en el *diseño como implementación* (Ruthven et al., 2009). Así, ha sido poco estudiado el proceso de conformación inicial del diseño didáctico (Fujii, 2015; Lee y Choy, 2017) o *diseño como intención* (Ruthven et al., 2009), es decir, la claridad y coherencia de las intenciones de la formulación inicial del diseño.

Ante la situación anterior y por analogía, surge el cuestionamiento sobre los conocimientos y procesos que deben desarrollarse, así como los retos que pueden surgir, al establecer a la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (TSME) como marco para la elaboración de situaciones de aprendizaje por parte de los docentes desde una perspectiva de diseño como intención. Si bien la calidad de un diseño didáctico o tarea no puede solo ser juzgada por las características matemáticas sobre las que se diseña, sino en función de si alcanza los objetivos propuestos en el escenario de aplicación (Fujii, 2015; Lee y Choy, 2017), la calidad inicial del diseño didáctico y la claridad y coherencia de las intenciones que expresa tienen importante

Luis Manuel Cabrera Chim. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla, México. Es Doctor en Matemática Educativa por el Cinvestav-IPN y cuenta con una estancia posdoctoral en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. Tiene el reconocimiento de Candidato en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores. Entre sus publicaciones más recientes se encuentra un artículo en el que analiza los libros de texto para identificar cómo se promueve el pensamiento variacional. Es secretario de la Red Cimates y miembro del Comité Latinoamericano de Matemática Educativa y de la Sociedad Matemática Mexicana. Correo electrónico: luis.cabrera@inaoep.mx. ID: https://orcid.org/0000-0003-3444-5166.

Roberto Romano Rivera. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla, México. Es coordinador de la Maestría en Enseñanza de Ciencias Exactas del INAOE. Cuenta con estudios como Doctor en Astrofísica por el INAOE y realizó un posdoctorado en el Instituto de Astrofísica de Andalucía, en Granada, España. Ha impartido cursos de matemáticas y física en diferentes niveles educativos y actualmente dirige una tesis sobre estrategias didácticas para la enseñanza de la física. Colaboró en el proyecto sobre formación y evolución de galaxias anilladas y en un estudio de cúmulos estelares en galaxias cercanas. Correo electrónico: rromano@inaoep.mx. ID: https://orcid.org/0000-0002-3200-8803.

impacto para su eficiente análisis luego de la implementación y en posibilitar su refinamiento iterativo (Ruthven et al., 2009).

La TSME considera que el conocimiento matemático es un producto emergente de las dinámicas sociales, las cuales se encuentran normadas por prácticas situadas, que anteceden y acompañan la construcción del conocimiento matemático (Hinojos et al., 2020). Sin embargo, actualmente la enseñanza y aprendizaje de este conocimiento en el aula está regulada y dosificada por un *discurso Matemático Escolar* (dME) que inhibe el enfoque anterior (Cantoral et al., 2015). Así, al estar los libros de texto actuales basados en este discurso, se hace preciso diseñar situaciones de aprendizaje bajo un enfoque de prácticas, lo cual permita que este llegue al aula. Para esta acción de diseño es necesario problematizar el saber matemático (Reyes-Gasperini y Cantoral, 2016), lo cual permita establecer elementos para *rediseñar el discurso Matemático Escolar* (rdME). Esta acción de problematizar la matemática escolar que el docente debe llevar al aula es una competencia profesional importante para transformar su práctica docente y cambiar su relación con el saber matemático (Cabrera et al., 2020).

En este documento se analiza cómo los profesores emplean la problematización de la matemática escolar para el diseño de situaciones de aprendizaje como intención, en el cual se plantee un rdME. Este análisis permitirá establecer una base teórica para determinar qué elementos de la problematización están impactando en el rdME, así como aquellos elementos que deben reforzarse para diseñar situaciones de aprendizaje más robustas con dicho fin.

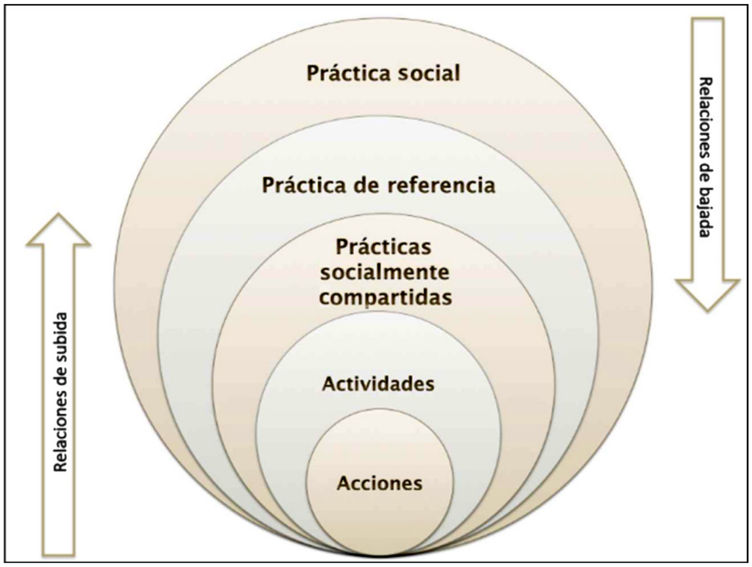
La elaboración de diseños didácticos constituye un espacio de formación docente pertinente, al estar cercano a sus prácticas y permitir el continuo formación y aula (Llinares et al., 2019). Además, desarrollar tareas para el aula requiere argumentar y explicar por qué el diseño funcionará (Kieran et al., 2015), lo cual debe sustentarse en los resultados de investigación de la didáctica de las matemáticas. Así, este proceso es un momento propicio para el desarrollo y enriquecimiento de sus conocimientos profesionales. Esto se retoma en el posgrado de desarrollo profesional en el que se desarrolla este trabajo.

Referentes teóricos

La TSME postula que los conocimientos matemáticos son producto de una construcción social, es decir, surgen y se significan a través de su uso en el seno de grupos que se regulan por el ejercicio de sus prácticas delimitadas y reconocidas en un cierto contexto (Reyes-Gasperini, 2016; Cantoral, 2016). Esta construcción social se basa en lo que se ha denominado teóricamente "anidación de prácticas" (Figura 1).

ie revista de investigación educativa de la Rediech
vol. 15 • 2024 • e1938 • ISSN: 2448-8550

Figura 1
Modelo de anidación de prácticas



Fuente: Cantoral et al., 2015.

En el nivel inferior del modelo se encuentran las *acciones* que realiza el sujeto ante el medio para adaptarse y responder a sus estímulos, lo cual incluye aquellos recursos físicos o mentales que se emplean al enfrentar una situación (López-Acosta y Montiel, 2022). Las actividades organizan y articulan intencional y conscientemente las acciones, las cuales son mediadas por objetos matemáticos, físicos o mentales, el lenguaje, etc. (López-Acosta y Montiel-Espinosa, 2022). La articulación de forma consciente y deliberada de las acciones y actividades permite generar un esquema de acción específico con un fin determinado, estableciéndose así *prácticas socialmente compartidas* (López-Acosta y Montiel-Espinosa, 2022). Estos primeros tres elementos permiten identificar la existencia de una triada: uso-usuario-contexto, en cuyo seno se desarrollan los procesos de significación de los conocimientos, es decir, *prácticas de referencia*, cuyos procesos están delimitados, normados y caracterizados por *prácticas sociales* (Cantoral, 2016).

La TSME reconoce que el actual dME, que valida la introducción del saber matemático al sistema educativo y da racionalidad a la estructura que fundamenta la acción educativa, es fuente de diversos fenómenos que impactan el aprendizaje y significación de los contenidos matemáticos (Cantoral, 2016). Por tanto, es necesario rediseñar el dME, el cual se posibilita a través de la problematización del saber matemático. Esta es una herramienta teórica-metodológica que, a través de estudiar las cuatro dimensiones de un saber específico y volver a este en un objeto de análisis, busca identificar y analizar sus usos y su razón de ser (Cantoral, 2016; Reyes-Gasperini, 2016):

- Dimensión epistemológica: circunstancias que posibilitaron y posibilitan el desarrollo del saber, es decir, su razón de ser. Algunas preguntas asociadas son: ¿cuáles son sus orígenes?, ¿cómo se llegó en su momento a ese saber?, ¿qué dificultades, errores o conflictos se tuvieron en su momento?, ¿con qué otros saberes se relaciona?, ¿cuáles son sus características y naturaleza?
- Dimensión cognitiva: formas de apropiación y significación del conocimiento, en las que interesa el desarrollo del pensamiento situado. Algunas preguntas asociadas son: ¿cómo los estudiantes enfrentan problemas vinculados con el saber?, ¿qué procedimientos y razonamientos emplean?, ¿qué dificultades se tienen para su comprensión o qué errores presentan?, ¿cómo los estudiantes se apropian de ese saber?
- Dimensión didáctica: cómo vive y ha vivido el saber en el sistema didáctico, ya sea en ámbitos escolares como no escolares. Algunas preguntas asociadas son: ¿cómo aprenden los estudiantes el saber?, ¿cómo lo enseña el profesor?, ¿cómo se produce la difusión institucional del mismo?
- Dimensión social: el uso del saber en situaciones específicas, lo cual se realiza articulado a prácticas socialmente compartidas intencionales y normadas. Algunas preguntas asociadas son: ¿qué usos tiene el conocimiento en el contexto social?, ¿qué acciones y actividades rodean el uso del conocimiento?, ¿qué prácticas socialmente compartidas se identifican?

De acuerdo con Reyes-Gasperini (2016), el rdME puede ser de dos tipos: enfocarse en una ruptura de orden epistemológico a los lineamientos y filosofía de la acción educativa o, de menor envergadura, enfocarse en la elaboración e innovación de propuestas de intervención educativa. Este último será al que se hará referencia en este trabajo. No obstante, el rdME debe tener las siguientes características (Cantoral et al., 2015; Reyes-Gasperini, 2016):

- Carácter funcional. *Las prácticas sociales son la base de la creación del conocimiento*. Por tanto, la organización y significación del saber matemático se realiza con base en el *uso del conocimiento*. Esto se analiza en este trabajo a través de la articulación de las prácticas socialmente compartidas implicadas en el tratamiento de las situaciones propuestas; en otras palabras, de los equemas de acción pretendidos que emerjan durante la resolución de las situaciones de aprendizaje.
- Racionalidades contextuales diversas. La construcción del conocimiento está vinculada a la realidad del individuo y esta es cambiante, por lo que se requiere *reconocer y promover diversos tipos de racionalidad* en la que se enmarca dicha construcción. Esto se analiza al identificar la coherencia entre los contextos de la situación de aprendizaje y que los procesos y significados que se promueven sean construidos en dicha situación, ¿los contextos son un pretexto para

ie revista de investigación educativa de la Rediech
vol. 15 • 2024 • e1938 • ISSN: 2448-8550

trabajar el saber institucionalizado o dan racionalidad al conocimiento que se construye?

- Validación de saberes (conocimientos construidos). *La validez del saber es relativa a un individuo y al grupo cultural* del que forma parte, así como a la racionalidad contextualizada que predomine. Así, "la construcción del conocimiento depende de la coherencia de las argumentaciones que la sustenten y no de una verdad absoluta" (Cantoral et al., 2015, p. 12). Esto se analiza a través de las características de la trayectoria hipotética de aprendizaje (Simon y Tzur, 2004) que articulan la progresión de la construcción del conocimiento, ¿se estructura para construir los significados institucionalizados o se reconoce otro tipo de significados y argumentaciones?
- Pluralidad de prácticas de referencia para la resignificación. *Los saberes toman significado de acuerdo con la práctica de referencia en la que se desarrollan*, por lo que estos continuamente se van resignificando en un individuo o grupo según su interacción en diversos contextos y su propia evolución. Esto se analiza a través del reconocimiento de que los contextos donde se enmarcan las situaciones de aprendizaje impactan en los significados de los saberes y estos pueden diferir, siendo esto un punto central para la selección del contexto de las situaciones.

Se tiene, por tanto, que a partir de la problematización del saber matemático para un concepto, procedimiento o proceso en específico se pueden identificar aquellos elementos que sustenten las características de las situaciones de aprendizaje que permitan un rdME (Reyes-Gasperini, 2016). Una situación de aprendizaje es aquella tarea o conjunto de tareas que propician la construcción del conocimiento matemático, poniendo en juego un contexto de significación (Reyes-Gasperini, 2016). Así, toda situación tendrá dos contextos: uno *de significación* y uno *situacional*. El *contexto de significación* refiere a la manera de contextualizar y construir el conocimiento matemático a través de la significación mediante el uso y las prácticas socialmente compartidas. Por su parte, el *contexto situacional* refiere al contexto intrínseco de las tareas.

Cuando se habla de los procesos de formación docente bajo la TSME se diferencian dos tipos de problematización: la problematización del saber matemático –PSM– (descrita antes) y la problematización de la matemática escolar –PME–. De acuerdo con Reyes-Gasperini y Cantoral (2016), la PME conjuga un proceso de reflexión colectiva de los usos que el saber posee en la cotidianeidad (aquello susceptible de ser vivido), de la mirada del que aprende y de las investigaciones sobre dicho saber. Además se postula que la PSM debe ser una fuente para la PME.

Método

El escenario de desarrollo profesional en el cual se realizó este trabajo lo constituyó un posgrado de especialización en Matemática Educativa basado en la TSME destinado a profesores que desean ejercer la docencia, en el cual participaron 13 profesores de educación obligatoria: 6 hombres y 7 mujeres. En particular, tuvo lugar dentro de una materia destinada a elaborar los diseños de situaciones de aprendizaje que los participantes del posgrado deben implementar en sus aulas, como parte del proceso de profesionalización seguido. Cada materia del posgrado está pensada para contribuir a este proceso y ayudarlos a reflexionar y analizar los resultados de la implementación. Esto da lugar al trabajo final que los participantes deben presentar para su titulación.

De acuerdo con el plan de estudios del posgrado, en el momento de cursar esta materia los profesores ya habían realizado la problematización de la matemática escolar para el saber que se aborda en la situación de aprendizaje. Si bien teóricamente se distingue entre la PSM y la PME (Reyes-Gasperini, 2016), para efectos del proceso de desarrollo profesional que vivieron los profesores no se hará tal distinción, porque en su problematización conjuntaron características de ambos procesos; sin embargo, el resultado final está más asociado con la PME, por lo que se denominará así al producto obtenido.

En este trabajo se realizó un estudio de casos descriptivo (Stake, 2005) de tipo cualitativo documental a partir de los trabajos finales de la materia, los cuales debían presentar los siguientes elementos: problematización de la matemática escolar que fundamenta la situación de aprendizaje diseñada; las actividades de la situación y sus objetivos, y elaborarse siguiendo los momentos factual, procedimental y simbólico (Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnologóa de la Nación, 2018):

- Factual: actuar sobre el entorno concreto a partir de las mediaciones culturales como el lenguaje y los códigos (acciones y actividades).
- Procedimental: significar lo construido en la etapa anterior y que sustentará el establecimiento de relaciones, generalizaciones o abstracciones.
- Simbólica: mediante razonamientos y prácticas socialmente compartidas se construye conocimiento al abstraerlo de los hechos y procedimientos de las etapas previas, conformando un sistema codificado.

Estos momentos, en los que se articula el contexto de significancia establecido para la situación de aprendizaje, permiten generar las trayectorias hipotéticas de aprendizaje (Simon y Tzur, 2004) (diseño como intención) que se pondrán en análisis y validez al momento de aplicarlas en el aula de clase (diseño como implementación).

Debido al incumplimiento de alguno de los elementos anteriores se descartaron para su análisis cuatro situaciones de aprendizaje, mientras que una más se descartó por fuertes incongruencias entre el objetivo de aprendizaje y las actividades propuestas.

ie revista de investigación educativa de la Rediech
vol. 15 • 2024 • e1938 • ISSN: 2448-8550

En la Tabla 1 se describen brevemente los objetivos planteados para las situaciones analizadas, así como el nivel educativo en el que serían implementadas.

Tabla 1
Temáticas, objetivos de aprendizaje y nivel educativo de los trabajos finales analizados

Trabajo analizado	Temática	Objetivo de aprendizaje	Nivel educativo
1	Número	Que los niños de tercer grado de preescolar lleven a cabo prácticas socialmente compartidas de contar, agregar y equivaler al identificar, reconocer y relacionar cantidades monetarias, así como operar con monedas al añadir, sustraer, componer, descomponer, que además les permitirá la resolución de problemas matemáticos	Preescolar
2	Medida de longitud y relaciones de proximidad	Identificar y seleccionar el intermediario que facilite comparar la distancia que hay entre dos puntos de referencia estableciendo relaciones de proximidad	Preescolar
3	Reproducción de modelos	Desarrollar en los estudiantes de nivel preescolar la percepción geométrica a través de la reproducción de modelos a partir de la observación de una muestra y la identificación de patrones, comprendiendo el proceso de producción de las pulseras y su relación con el contexto socioeconómico de la comunidad en la que viven	Preescolar
4	Interpretación de la información de tablas y gráficas	Recolecta, registra y lee datos en tablas, y lee pictogramas sencillos y gráficas de barras. Toma decisiones con base en el uso y la interpretación de la moda de un conjunto de datos	Primaria
5	Problemas multiplicativos	Introducir la noción de multiplicación a través de las prácticas que permitan al alumno significar el conteo por agrupaciones en lugar del conteo 1 a 1 de flores que conforman arcos florales	Primaria
6	Multiplicación de fracciones	Evidenciar ante los alumnos que en una multiplicación de fracciones no se cumple, como en toda multiplicación [de naturales], que el resultado es mayor a los factores que participan en ella	Primaria
7	Ecuaciones de primer grado	Hacer más factible, comprensible e interesante para los alumnos el tema de ecuaciones lineales haciendo énfasis en el lenguaje algebraico	Secundaria
8	Probabilidad frecuencial	Que el alumno sea capaz de interpretar los datos que le sean dados, además de los resultados obtenidos a través del cálculo de probabilidades frecuenciales; que el cálculo de estas probabilidades ayuda a la toma de decisiones en escenarios de incertidumbre	Bachillerato

Nota: Con los corchetes "[ ]" (sexto renglón) se introducen ideas que no están en originalmente en los trabajos finales, pero que permite aclarar la idea que se presenta.

Fuente: Construcción personal.

El análisis de los trabajos se realizó con base en tres categorías: dos enfocadas en la PME y el establecimiento de los fundamentos de la situación de aprendizaje, y la tercera en el diseño de las actividades de la situación. Las categorías de análisis fueron:

1. Análisis del saber desde sus dimensiones epistemológica, cognitiva, didáctica y social; esto a partir de las características y robustez de la información propuesta en cada dimensión.

2. Rediseño del *discurso Matemático Escolar*. Para evidenciar las características de este rediseño se analizarán los argumentos descritos por los profesores para los siguientes elementos en su diseño:
   a. Contexto situacional.
   b. Uso del saber matemático.
   c. Evolución de prácticas del contexto de significación.

   Para el análisis se buscó responder tres preguntas para las actividades de las situaciones de aprendizaje: *¿qué debe hacer?*, para explicitar la acción directa del sujeto con el objeto, *¿cómo lo debe hacer?*, para identificar las herramientas que se lo permiten, y *¿para qué lo debe hacer?*, buscando reconocer la intención didáctica de la tarea (Cantoral et al., 2015).
3. Trayectoria hipotética de aprendizaje. Para el análisis se empleó el marco de los tres puntos (Lee y Choy, 2017): el *punto clave* de la idea matemática; el *punto difícil*, es decir, aquel obstáculo o problemática que enfrentan los estudiantes para aprender el punto clave, y el *punto crítico*, el cual refiere al enfoque empleado para apoyar a los estudiantes en sus esfuerzos para superar el *punto difícil* y aprender el *punto clave*.

Análisis de datos

Con respecto a la primera categoría de análisis, se observa que todos los trabajos, en algún nivel, presentan ideas y análisis ubicados en dimensiones inadecuadas. Por ejemplo, en la situación de aprendizaje 3 (Tabla 2) en la dimensión social se describen aspectos epistemológicos. Sin embargo, dado que las dimensiones no son mutuamente excluyentes y lo que interesa es reconocer elementos que fundamenten los diseños didácticos, esto no es considerado un problema relevante para el trabajo analizado. Sin embargo, dos aspectos que sí llaman la atención por sus implicaciones para el diseño de las situaciones de aprendizaje son: reducir la dimensión social a la descripción de actividades del contexto social (contexto situacional) y, en general, no describir o describir pocas problemáticas relativas con la construcción del saber (ver Tabla 2).

En la Figura 2 se ejemplifica, a través de la situación de aprendizaje 5, el tipo de productos obtenidos por los profesores sobre la dimensión social. En general, se describen actividades de la comunidad o del contexto social de los estudiantes que se consideran adecuados contextos situacionales de “uso” del conocimiento para elaborar la situación de aprendizaje. Esto tiene implicaciones en el diseño, pues al no identificarse y establecerse un adecuado contexto de significación, la organización y secuenciación para la construcción del contenido matemático sigue lo establecido en el dME, pero dentro el contexto situacional descrito. Esto impacta negativamente para lograr un rdME.

ie revista de investigación educativa de la Rediech
vol. 15 • 2024 • e1938 • ISSN: 2448-8550

Tabla 2
Dimensión social y problemáticas reportadas en los trabajos analizados

Situación de aprendizaje	Descripción de la dimensión social	Problemáticas para la construcción del saber
1	Se describen actividades de diferentes contextos en donde el saber matemático se pone en juego	No describe dificultades
2	Se describen actividades donde el saber matemático se pone en juego	No describe dificultades
3	La descripción no corresponde con la dimensión, enfocándose más a aspectos epistemológicos	No describe dificultades
4	No hay una descripción clara de esta dimensión, pero se señala una actividad que se desarrolla en el contexto de la comunidad y que se tomará para el diseño	No describe dificultades
5	Descripción de una actividad que se desarrolla en el contexto de la comunidad y que se tomará para el diseño	Se describen cuatro dificultades, ninguna da pie a la situación de aprendizaje
6	No hay una descripción clara de esta dimensión. El autor menciona que no le fue posible identificar una actividad del contexto de la comunidad en la cual se ponga en juego el saber matemático	Se describen tres dificultades, una de las cuales da pie a la situación de aprendizaje
7	Descripción del contexto de la comunidad y de la actividad que ahí se desarrolla que se tomará para el diseño	Se describen tres dificultades, ninguna da pie a la situación de aprendizaje
8	Vincula esta dimensión con la epistemológica y señala a los juegos de azar como contexto de surgimiento de la probabilidad y en todo escenario de incertidumbre de cualquier disciplina	Se describen algunas dificultades, las cuales se busca atender con el diseño de la situación

Fuente: Construcción personal.

Por otra parte, en las problematizaciones existe muy poca información o reflexión sobre las problemáticas relativas a la construcción del contenido matemático (Tabla 2). Esto puede impactar negativamente la consecución de los objetivos de la situación de aprendizaje, pues al no identificarse o desconocerse estas y por tanto no tomarse acciones para que no se presenten, durante la implementación de la situación en el aula es muy probable que surjan. Además, al desconocerlas se imposibilita su empleo para generar conflictos en los estudiantes, lo cual motive su acción para hacer frente a la contradicción o problemática planteada. Solo en la situación de aprendizaje 6 se retoma explícitamente una de dichas dificultades (Figura 3).

A pesar de lo anterior, es importante resaltar el esfuerzo de los profesores en la problematización realizada y los resultados obtenidos, pues se reconocieron puntos críticos del contenido matemático para fundamentar el diseño de las situaciones de aprendizaje (ver la última categoría de análisis). Sin embargo, es de resaltar una observación realizada en la situación de aprendizaje 6, cuyo autor expresa las dificultades para encontrar información para la problematización de la multiplicación de fracciones, en particular en las dimensiones epistemológica y social (Figura 4).

Figura 2
Ejemplo sobre dimensión social e identificación de prácticas asociadas

En la misma festividad se elabora un arco de flores el cual se coloca en la puerta principal de la iglesia (figura 12). Para su elaboración deben hacer un conteo grande de la cantidad y tipo de flores que necesitaran para cada sección del arco.

Figura 12. Arco de flores en la comunidad de Tonaláco, Ver.

Prácticas por dimensión

Dimensión	**Prácticas**
Didáctica	Contar, agrupar y duplicar.
Epistemológica	Contar, agrupar, comparar y duplicar
Cognitiva	Contar, agrupar y comparar
Social	Calcular y contar

En la comunidad de Tonaláco, Veracruz durante la fiesta patronal que se celebra en el mes de diciembre se elaboran arcos florales que pueden ser colocados en las puertas de iglesias, casas o incluso en la parte superior de algunas camionetas encargadas de ir a recolectar flores de "cucharita" para la elaboración de más arcos.

Fuente: Situación de aprendizaje 5 analizada para este estudio (ver Tabla 1), extracto de su página 22.

Figura 3
Ejemplo del uso de las problemáticas en la situación de aprendizaje

Diseño de situación de aprendizaje argumentada.

Etapa factual: se trabaja con el **dato observado**. Corresponde a *los niveles de acción y actividad*. No hay intenciones y se basa en la experiencia previa	Momento 1: se formulan preguntas orientadas a la práctica de estimación, se busca crear un conflicto en los alumnos para que **estimen** si al multiplicar dos fracciones propias, el resultado es mayor que ellas como sucede en una multiplicación con enteros. Momento 2: lleva a los alumnos a **medir**, lo que conlleva brindarles una hoja en blanco en la que tracen una recta numérica para solicitarles que **representen** una fracción con la intención de que el alumno inicie la **construcción de un sistema de referencia**, en lugar de darle un sistema como el plano cartesiano. Momento 3: se busca que el alumno recuerde los elementos de una fracción y su función, así como **comparar** la medida de cada una.

Nota: El momento 1 se describe la problemática empleada para guiar la situación de aprendizaje.

Fuente: Situación de aprendizaje 6 analizada para este estudio (ver Tabla 1), extracto de su página 22.

ie revista de investigación educativa de la Rediech
vol. 15 • 2024 • e1938 • ISSN: 2448-8550

Figura 4

Problemas para problematizar el saber matemático

> La problematización del saber de la multiplicación de fracciones reveló elementos de suma importancia que cuestionan la manera en que es enseñada, sin embargo, se detectaron vacíos metodológicos y teóricos en ella, por lo que se decidió ampliar la problematización del saber considerando al objeto matemático de la multiplicación, con el propósito de recuperar elementos de su problematización y hacer dialogar las dimensiones de ambos objetos matemáticos. A continuación, se presentan los hallazgos que formaron parte de la construcción de la situación de aprendizaje.

Nota: Conviene recordar que los profesores hicieron una especie de híbrido entre la problematización del saber matemático y la problematización de la matemática escolar.

Fuente: Situación de aprendizaje 6 analizada para este estudio (ver Tabla 1), extracto de su página 22.

Con respecto a la categoría de análisis "Rediseño del discurso Matemático Escolar", se observa que los profesores ponen énfasis en identificar actividades del contexto social de los estudiantes dentro del cual enmarquen las actividades de la situación de aprendizaje, es decir, se contextualiza (contexto situacional) (Tablas 2 y 3). A este respecto, el autor de la situación de aprendizaje 6 señaló que le fue complejo encontrar un contexto situacional propio del contexto social de los estudiantes para trabajar su contenido matemático: multiplicación de fracciones. Esto señala la importancia de apoyar a los profesores para realizar la problematización y no dejarles toda la responsabilidad. Este mismo autor fue el que señaló problemas con la problematización (Figura 4).

En lo relativo a la evolución de las prácticas para establecer el contexto de significación de la situación de aprendizaje (Tabla 3), en general, los profesores identifican y establecen aquellas acciones o actividades vinculadas con las tareas que se desarrollan en el contexto situacional elegido (Figura 2). Por ejemplo, si en alguna tarea se debe hacer una comparación, se establece esta como una práctica del contexto de significación (Figura 5). Así, no son las prácticas las que guían la trayectoria de aprendizaje, sino se describen las que "aparecen" en la trayectoria establecida. Este establecimiento se hace desde su perspectiva de promover la matemática como herramienta para resolver lo planteado en los contextos situacionales elegidos. No obstante, es de reconocer el esfuerzo de incorporar las "prácticas" como parte de la fundamentación de la situación de aprendizaje. Se debe considerar que la identificación y establecimiento de las *prácticas* vinculadas con la construcción social del conocimiento es un proceso de alta exigencia de investigación, como se muestra en los trabajos de Reyes-Gasperini (2016) y Montiel (2005).

En general, todos los diseños parten de establecer un contexto situacional vinculado con el contexto social de los estudiantes que, se reconoce discursivamente, provee una significación particular a los conocimientos matemáticos y que difiere

Tabla 3
Elementos para el rdME presentes en las situaciones de aprendizaje

Situación de aprendizaje	Contexto situacional	Evolución de "prácticas" y contexto de significación	Uso del saber matemático
1	Compra-venta en tienda escolar	Evolución: Contar, agregar y equivaler/equivaler, contar y agrupar/contar, agrupar y equivaler Se obtienen de las acciones a realizar para pagar y obtener cambio, así como de cambiar monedas para esto	Resolver problemas aditivos a través del conteo al emplear estrategias de agregar, quitar y equivaler cantidades
2	Determinar objetos cercanos y lejanos y juego del "Stop"	Evolución: Ubicar, estimar, comparar (directa)/Ubicar, estimar, comparar (indirecta)/Comparar, visualizar, medir Se obtienen de la problematización del saber matemático (comparar, estimar y medir), antes del diseño de las actividades de la situación de aprendizaje, y se complementan con las acciones de establecer la distancia entre dos puntos empleando diferentes unidades de medida	Determinar longitudes mayores o menores a partir de establecer unidades de medida adecuadas
3	Reproducir un modelo y construir pulseras	Evolución: Visualización, clasificación/Seriación/Comparación Se obtienen de las acciones de establecer la distancia entre dos puntos empleando diferentes unidades de medida	Reproducir secuencia o patrones de elementos o figuras a partir de sus características
4	Elegir qué panes elaborar en una panadería	Solo se indican las prácticas involucradas: clasificar, agrupar, comparar, interpretación de datos Se obtienen de las acciones que se realizan para aplicar, analizar e interpretar datos de encuestas	Organizar la información en tablas y gráficas de barras para tomar decisiones
5	Elaborar arcos florales similares a los de las fiestas patronales	Evolución: contar/contar, agrupar/contar, agrupar Se obtienen de la problematización del saber matemático, antes del diseño de las actividades de la situación de aprendizaje. Pero se eligen con base en el diseño	Determinar, de forma "óptima", la cantidad de objetos de una colección a partir de formar grupos con la misma cantidad de elementos
6	Representación gráfica de la multiplicación	Evolución: Estimación, medir, comparar/medir, representar/medir, comparar, contar Se obtienen de las acciones que debe realizar el estudiante para comprender cómo representar la multiplicación de fracciones empleando una representación gráfica rectangular	Determinar la cantidad de unidades (fracciones) que resultan del cruce de arreglos rectangulares con diferentes unidades (partición) de sus lados
7	Compra y venta de leche	Evolución: Estimación/Estimar, calcular, contar, comparar, predecir, generalizar/comparar Se obtiene de identificar las acciones a realizar para plantear algebraicamente relaciones aritméticas relacionadas con la compra y venta de leche	Expresar simbólicamente relaciones aritméticas y emplearlas para resolver problemas
8	Elegir una prueba de embarazo confiable	Evolución: inferir, comparar/inferir, interpretar/comparar, tomar decisiones Se obtiene de las acciones de analizar las frecuencias absolutas y relativa para analizar la eficacia de pruebas de embarazo	Tomar una decisión con base en las probabilidades de los eventos de un experimento no equiprobable

Nota: En la columna "Evolución de prácticas y contexto de significación" la diagonal "/" divide las prácticas propuestas para cada momento de la situación de aprendizaje: factual/procedimental/simbólica.

Fuente: Construcción personal.

ie revista de investigación educativa de la Rediech
vol. 15 • 2024 • e1938 • ISSN: 2448-8550

Figura 5
Establecimiento de prácticas del contexto situacional

La Matemática Educativa busca darles sentido y significado a los objetos matemáticos, además es un campo muy amplio de investigación. Considero que las siguientes prácticas contribuirán al estudio de la cultura estadística a través de las siguientes prácticas:

Clasificar cuando los estudiantes ordenen las respuestas de sus encuestas aplicadas a padres, hermanos y vecinos.
Agrupar se harán conjuntos de panes definidos por un criterio, por ejemplo: conchas, bolillos, pambazos, donas. Esto se hace por medio de la observación en la cual los estudiantes determinarán.
Comparación los alumnos harán conjuntos de datos y comparar cantidades de panes. Esto se relaciona con la observación con la finalidad de detectar similitudes y diferencias, por ejemplo, al elaborar una encuesta se debe poner en práctica la comparación al saber que dato obtuvo más votos.
Interpretación de datos se usará al analizar entre la información proporcionada por la tabla y gráficas de barras y preguntas que guiarán en el tratamiento de la información que presenten los gráficos, al hacer uso de esta, los alumnos sabrán que panes se deben de vender en la panadería de la escuela.

Fuente: Situación de aprendizaje 4 analizada para este estudio (ver Tabla 1), extracto de su página 22.

según el contexto (*pluralidad de las prácticas de referencia*). Con esto se busca que los estudiantes puedan hacer uso de sus conocimientos previos y las racionalidades de su contexto (*racionalidad contextualizada*), así como incorporar y reconocer las "prácticas" de dicho contexto, como base para promover la construcción del conocimiento (*carácter funcional*). Sin embargo, resultó complejo desprenderse de los significados matemáticos establecidos en el currículo matemático, es decir, en el dME, siendo esto el saber último que se buscaba alcanzar (*validación de saberes*) y lo que guio las trayectorias de aprendizaje de todas las situaciones didácticas. No obstante, los objetivos de aprendizaje y las justificaciones de los diseños evidencian el establecimiento de una especie de híbrido entre los significados del dME y el uso de ese conocimiento en los contextos sociales (véanse los objetivos de aprendizaje de la Tabla 1), lo cual muestra pasos interesantes hacia el rdME.

Por último, con respecto al criterio de análisis "Trayectoria hipotética de aprendizaje", se observan problemas para concretar adecuadamente las ideas retomadas de la problematización en el planteamiento o secuenciación de las actividades para alcanzar los objetivos pretendidos. Como se ha mencionado antes, los profesores promovieron que la construcción del conocimiento matemático se hiciera desde la perspectiva de herramienta para enfrentar cierto problema o "tomar decisiones" sobre alguna situación (véanse los objetivos de aprendizaje de la Tabla 1). Esto llevó a que en la PME se reconocieran elementos para esta perspectiva, sobre todo reconocer que las acciones y/o actividades ("tomar decisiones", "anticipar", etc.) involucradas en las actividades del contexto situacional en el que se enmarca la situación son importantes para la construcción de los significados matemáticos, sin embargo, estos aún se fundamentan en lo establecido curricularmente. La novedad y complejidad de realizar la articulación de todos los elementos involucrados en el diseño de las situaciones de aprendizaje constituye la fuente de las problemáticas señaladas en la Tabla 4.

Tabla 4
Observaciones a la trayectoria hipotética de aprendizaje

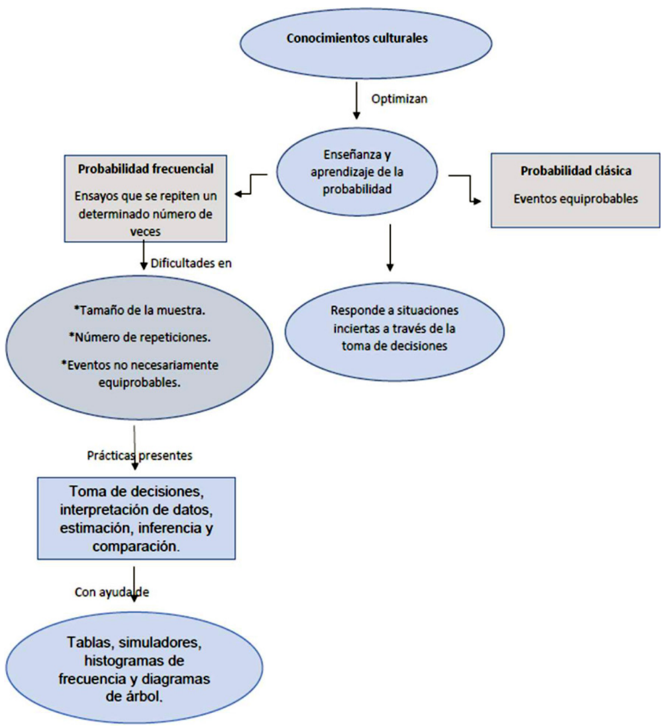
Situación de aprendizaje	Observaciones sobre la concreción de la trayectoria hipotética de aprendizaje
1	Se retoma al conteo junto con las estrategias de juntar, separar y transformar para promover la resolución de problemas aditivos. Se parte de que el estudiante ya sabe contar, pues de inicio se solicitan estas acciones. Se procede primero a lograr que el estudiante pueda resolver problemas aditivos sin contexto, para luego pasar al contexto de compra-venta en una tienda
2	Se realiza un trabajo interesante promoviendo el uso de unidades de medida diferentes para realizar mediciones y comparación de longitudes. Se inicia con unidades antropométricas y luego se pasa al uso de intermediarios vinculados con medidas antropométricas (se tiene un problema con la interpretación de intermediario). Si bien se reflexiona que las manos y pies no miden lo mismo, no se reflexiona cómo esto impacta, por ejemplo, en el proceso de comparar diferentes longitudes medidas con pies de diferentes personas
3	A partir de reconocer formas y secuencias y patrones de elementos o figuras, se busca que el estudiante pueda reproducirlos. Sin embargo, la forma como se plantean las actividades y el tipo de elementos a reproducir con las figuras y cuerpos geométricos no permite poner énfasis en discutir las características de estas
4	Con la finalidad de recolectar información que se empleará durante todo el diseño, se propone el uso de preguntas de opción múltiple. Esto limitará el análisis e interpretación de tablas y gráficas que se puedan elaborar al final del diseño. Dejando esto en un nivel muy elemental de reconocimiento de datos al solo señalar quizá el dato de mayor frecuencia
5	Existe una buena secuenciación de las actividades, aunque con acciones repetitivas. Sin embargo, en el mismo diseño se propone desde las instrucciones u orientaciones el surgimiento de las estrategias que se busca desarrollar, lo cual puede ocasionar que el estudiante solo siga las instrucciones sin un verdadero involucramiento o “compromiso” para generar el aprendizaje que se tiene como objetivo
6	Con la finalidad de comprender el algoritmo para multiplicar las fracciones, se enfoca en realizar gráficamente “arreglos rectangulares” empleando como unidad a las fracciones unitarias. Pero no es claro el “salto” en la secuenciación entre la construcción del arreglo y el producto de las fracciones, así como el desarrollo del algoritmo
7	Varios de los problemas o situaciones que se plantean para expresar simbólicamente y, posteriormente, emplear esto para resolverlos, no requieren este tratamiento, pudiendo resolverse aritméticamente. Esto hace que la introducción del álgebra carezca de sentido para los estudiantes. Aun cuando durante las clases se hizo ver al profesor la importancia del trabajo funcional o la generalización para el tratamiento algebraico, en su diseño de aprendizaje esto no se incorporó
8	No se promueve adecuadamente que se comprenda que conforme el número de repeticiones del experimento aumenta, la probabilidad frecuencial es el valor al que converge. Sin esta idea, un potencial problema es que el estudiante podría quedarse con la idea de que la probabilidad frecuencial de un evento para un experimento cambia según el número de repeticiones. Además, no se reflexiona sobre la no equiprobabilidad de los eventos del experimento, siendo algo que caracteriza la necesidad de emplear este tipo de probabilidad. Además, la combinación de los dos potenciales problemas señalados llevaría a no comprender por qué la probabilidad teórica dice algo para experimentos con eventos equiprobables y esto “parece no verificarse” con la probabilidad frecuencial

Fuente: Construcción personal.

ie revista de investigación educativa de la Rediech
vol. 15 • 2024 • e1938 • ISSN: 2448-8550

La situación de aprendizaje 8 presenta elementos interesantes en términos de la evolución que tuvo desde su primera propuesta de situación de aprendizaje hasta la última entregada en su trabajo final. Durante el desarrollo de las sesiones de la materia la autora recuperó los elementos de la Figura 6 para el estudio de la probabilidad frecuencial y su diferencia de la probabilidad clásica. Sin embargo, en la situación de aprendizaje presentada algunos de tales elementos quedan tratados de forma implícita y no discutidos, lo que podría hacer que los estudiantes no comprendan la relevancia de estos.

Figura 6
Puntos críticos del contenido matemático de la situación de aprendizaje 8



Fuente: Situación de aprendizaje 8 analizada para este estudio (ver Tabla 1), extracto de su página 22.

En general, la situación de aprendizaje 8 tiene como objetivo determinar qué prueba de embarazo es más confiable. Para esto se generaron tres actividades (asociadas con los momentos solicitados). La primera busca reflexionar sobre las pruebas de embarazo y su confiabilidad, por lo que se propone realizar una encuesta sobre aquellas que conocen los participantes (momento factual), luego se analiza a partir de la tabla (Figura 7b) cuál es la prueba que tiene mayor confiabilidad (momento procedimental), y se finaliza con una situación similar, presentando otra tabla (Figura 7c), pero con un mayor número de casos (momento simbólico).

Al analizar la situación se observa que las pruebas con mayores frecuencias absolutas de "verdadero positivo" en ambas tablas (figuras 7b y 7c) coinciden con

Figura 7

Bosquejo de las actividades de la situación de aprendizaje 8

Actividad 1

Cuando nos sometemos a una prueba médica para detectar alguna enfermedad o padecimiento, solemos pensar que ésta es 100% segura y no es así, aunque en la mayoría de los casos tienen un alto nivel de confiabilidad estas pruebas. Lo mismo ocurre con los test de embarazo.

(a)

Actividad 2

Prueba de embarazo	Verdadero positivo	Falso negativo	Frecuencia
Test del vinagre	37	29	66
Test con orina caliente	22	18	40
Test del azúcar	5	8	13
Prueba de la aguja	12	13	25
Prueba de embarazo en la sangre	105	4	109
Prueba de embarazo de orina	125	3	128
Total	306	75	381

Tabla 1

(b)

Actividad 3

Prueba de embarazo	Verdadero positivo	Falso negativo	Frecuencia
Test del vinagre	1178	1103	2281
Test con orina caliente	980	714	1694
Test del azúcar	57	120	177
Prueba de la aguja	8	221	229
Prueba de embarazo en la sangre	21123	210	21333
Prueba de embarazo en orina	21124	52	211176
Total	44470	2420	46890

Tabla 2

(c)

Fuente: Situación de aprendizaje 8 analizada para este estudio (ver Tabla 1), extractos de las páginas (a) p. 10, (b) pp. 12-13, (c) p. 14.

las que tienen mayor confiabilidad y son las mismas pruebas en las dos. Esto lleva a que no sea necesario preguntarse por las frecuencias relativas o "probabilidades frecuenciales". Así, podría no reflexionarse sobre la importancia de las repeticiones del experimento y cómo afecta esto a la razón "número de casos favorables entre número de repeticiones del experimento". Aunado a esto, presentar únicamente dos tablas con los resultados de las repeticiones del experimento no lleva a reflexionar sobre la estabilidad o convergencia de la probabilidad frecuencial (ley de los grandes números). Para que esto se discuta conviene presentar una tercera tabla y los datos de una prueba de embarazo para la cual la razón descrita antes parezca converger en las dos primeras tablas, pero no para la tercera (o algo similar). De otra forma podría ocurrir que la probabilidad frecuencial se entienda solamente como repetir un experimento y hacer el cociente entre el número de casos favorables entre el número de repeticiones. Un último aspecto que llama la atención es que no se reflexiona sobre la no-equiprobabilidad de los eventos que se tienen, lo cual lleva a la necesidad de trabajar con probabilidad frecuencial y no con probabilidad clásica.

Otro aspecto que resulta llamativo del diseño de las situaciones de aprendizaje elaboradas por los profesores es que, en muchos casos, varios elementos interesantes desde un punto de vista didáctico y de resignificación del conocimiento matemático identificados en la problematización quedaron fuera de la situación. Por ejemplo, en la

ie revista de investigación educativa de la Rediech
vol. 15 • 2024 • e1938 • ISSN: 2448-8550

situación de aprendizaje 7 se sugirió a la autora que promoviera la generalización como medio para plantear la simbolización de las relaciones aritméticas (planteamiento del lenguaje algebraico), pero esto no se incorporó de forma pertinente, solo se consideró a la generalización como una acción en el momento procedimental de la situación de aprendizaje, basando su trayectoria de aprendizaje en convertir al lenguaje algebraico relaciones aritméticas sobre la venta de leche para resolver problemas. Sin embargo, muchos de esos problemas podían resolverse aritméticamente, no requiriendo del trabajo algebraico.

Discusión y resultados

Durante las clases presenciales y en los trabajos finales se observan dificultades para comprender los conceptos teóricos de la socioepistemología. Esto provoca una inadecuada concreción de estos durante la problematización y dificultades para promover un rdME en la situación de aprendizaje. Sin embargo, es de señalar que para el diseño de las situaciones de aprendizaje bajo esta teoría los profesores deben romper con las formas actuales de significación del conocimiento matemático, es decir, lo establecido en el dME. Por tanto, los resultados que aquí se describen deben comprenderse como elementos de reflexión para mejorar los procesos de formación, más que una crítica al trabajo realizado por los participantes de la investigación.

Como señalan Hinojos et al. (2020), se observó que la PSM y la PME proporcionan elementos importantes para el diseño de las situaciones de aprendizaje. Sin embargo, esta acción resulta ser compleja de realizar para los profesores, ya sea, por ejemplo, para recopilar información pertinente, para recuperar las ideas más relevantes (de acuerdo con los aspectos teóricos) o por el tiempo requerido para realizarla. Así, se concuerda con el señalamiento de Reyes-Gasperini (2016) sobre promover que el profesor problematice la matemática escolar más que problematizar el saber matemático. Esta última debe ser una herramienta más que pueda proporcionarse a los docentes y que le ayude al rdME en sus situaciones de aprendizaje. Al ser la problematización lo que permite el establecimiento de los principios de diseño particulares para un rdME para un contenido particular, es necesario que estos procesos sean cada vez más robustos. Las dificultades evidenciadas por los profesores para realizar la problematización, ya descritas, muestran la importancia de no dejar solo al profesor al momento que realiza esto y generar procesos de formación más robustos en este sentido.

Con respecto a los elementos del rdME (Cantoral et al., 2015; Reyes-Gasperini, 2016), se observan progresos importantes en dos de las cuatro características: *carácter funcional* y *pluralidad de las prácticas de referencia*. Los profesores tienen un interés muy marcado por encontrar un contexto situacional donde el conocimiento matemático sirva de herramienta para enfrentar alguna problemática o comprender mejor alguna actividad social. Es en este sentido que ellos comprenden el constructo "uso del conocimiento". Además, comienzan a reconocer las *acciones*, *actividades* y *prácticas* que son importantes al desarrollar las tareas propuestas como parte de la situación de aprendizaje. Así, existen progresos para alcanzar la característica de *carácter funcional*. Esta misma forma de concebir la construcción del conocimiento matemático lleva a los profesores a reconocer la importancia de trabajar con diferentes contextos situacionales y que el contenido matemático pueda tener un "uso" diferente. Del mismo modo, esto abona al desarrollo de la característica de *pluralidad de las prácticas de referencia*.

Sin embargo, también existen dificultades para la consolidación de las características anteriores. Las *prácticas* identificadas se quedan más a un nivel de *acciones* o *actividades* que se desarrollan dentro las tareas planteadas en los contextos situacionales, no se identifican *prácticas* en el sentido estricto que permitan establecer el contexto de significación del contenido matemático. Por otra parte, si bien existe una conciencia de que el contenido matemático se puede resignificar, esto se queda también en un nivel de reconocer su "uso" en diferentes contextos situacionales, sin reparar en las particularidades de las *prácticas de referencia*. Este nivel de prácticas del modelo de anidación (Figura 1), junto con la *práctica social*, no fueron discutidas explícitamente en ningún momento del diseño, ni empleadas para fundamentar o justificar alguna característica de este. Esto plantea reflexionar sobre la pertinencia de solamente emplear los primeros tres niveles del modelo de anidación para promover el diseño de situaciones de aprendizaje. Un resultado que puede apoyar esto es el uso que hacen López-Acosta y Montiel-Espinosa (2022) de estos tres niveles para analizar los trabajos de Viète y Descartes y la construcción de las ecuaciones paramétricas, proponiendo elementos que pueden orientar la enseñanza del álgebra en el nivel medio superior.

Respecto a las otras dos características del rdME se observan mayores dificultades para su concreción. Al promover el empleo del contenido matemático en contextos situacionales variados se identifica la importancia de reconocer las formas de razonar y trabajar en dicho contexto, es decir de la *racionalidad contextualizada*. Sin embargo, en la situación de aprendizaje estas formas de razonar solo son empleadas, si acaso, como la base de entrada, las cuales deben irse modificando conforme se avanza en la situación. En sí, en todas las situaciones de aprendizaje el fin último por alcanzar fue un aprendizaje esperado del currículo del año 2017. Esto llevó a que fuera complejo desprenderse de los significados matemáticos establecidos en el currículo matemático y, por tanto, en el dME. Así, este discurso fue el que normó la *validación de saberes* planteada.

La articulación de los elementos anteriores en las situaciones de aprendizaje resultó compleja para los profesores. Todas las situaciones presentaron problemas para establecer una adecuada trayectoria de aprendizaje, teniendo, por ejemplo, saltos en el progreso de las tareas o dificultades para concretar ideas importantes respecto a los saberes matemáticos. Así mismo, en varios casos no se incorporaron elementos producto de la problematización que resultaban importantes para resignificar el saber

ie revista de investigación educativa de la Rediech
vol. 15 • 2024 • e1938 • ISSN: 2448-8550

matemático. El ejemplo más nítido de esto es no integrar la "generalización" como acción para introducir el lenguaje algebraico, "reproduciendo" tareas que solo solicitan expresar una relación aritmética simbólicamente para dar respuesta a un problema que pudiera responderse aritméticamente. Por tanto, aunque la problematización es una competencia docente importante (Cabrera et al., 2020), no basta con poder desarrollar de forma eficaz esta acción, si se carece de los conocimientos y habilidades requeridos para el diseño de situaciones de aprendizaje (Kieran et al., 2015).

La TSME debe reforzar sus procesos y metodologías para elaborar diseños para el aula que permitan un rdME, sobre todo considerando que existen pocos materiales para el aula diseñados desde este enfoque. En esto se deben considerar acciones para que los profesores comprendan la evolución de prácticas (contexto de significación) que sustentan los diseños, los cuales puedan ser llevados a diferentes condiciones culturales y sociales de los alumnos (contextos situacionales). Transformar o adecuar los diseños a estas condiciones también debe ser una competencia docente por desarrollar. Estas acciones están en concordancia con el empoderamiento docente (Reyes-Gasperini, 2016), que señala la necesidad de cambiar la relación de los profesores con el conocimiento matemático para hacerse dueños de su práctica.

Conclusiones

El diseño de situaciones de aprendizaje para la TSME precisa que los profesores puedan realizar o acceder a una robusta problematización del saber matemático y que a su vez ellos puedan realizar la problematización de la matemática escolar para el contenido que se trabajará. Problemas en estos procesos generan dificultades para que los principios de diseño de la socioepistemología puedan operacionalizarse y plasmarse en una trayectoria hipotética de aprendizaje que sustente el diseño de las actividades que conformen las situaciones de aprendizaje.

Para poder problematizar la matemática escolar y abstraer de esta acción los elementos para el diseño de situaciones de aprendizaje, se debe trabajar para superar la comprensión de la dimensión social como la acción de encontrar un contexto situacional donde se "use" el conocimiento matemático. Ligado a esto, se requiere establecer un proceso metodológico o de acción que permita a los docentes identificar las prácticas que conforman al contexto de la situación de aprendizaje, pues, por ahora, se limitan a identificar las acciones o actividades que se realizan en el contexto establecido para tal situación. Superar esto permitirá mayores progresos en las características del rdME: *carácter funcional* y *racionalidades contextuales diversas*.

También se requiere promover una mejor comprensión e identificación del constructo dME y su efecto en los procesos de aprendizaje. A su vez, esto requerirá acciones para que puedan identificar y reconocer significados y procesos de construcción del contenido matemático alternos a los de dicho discurso y sustentados en el desarrollo de prácticas. Esto podría estar ligado a transformar la racionalidad de los profesores sobre tales procesos. Quizá no trabajar sobre esta transformación es lo que explica por qué, aunque los diseños presentan elementos importantes de innovación e incorporación del uso del conocimiento, estos no se alejan del significado institucional del saber matemático establecido en la matemática escolar. A su vez, esta transformación apoyará el trabajo sobre las otras dos características del rdME que no están siendo abordadas en las situaciones de aprendizaje: *validación de saberes* y *pluralidad de prácticas de referencia para la resignificación*.

Si bien la problematización de la matemática escolar es una competencia docente importante (Cabrera et al., 2020), no es suficiente para diseñar situaciones de aprendizaje. Los problemas identificados al analizar las situaciones diseñadas por los docentes muestran la necesidad de la formación y desarrollo profesional en este sentido, tal como señalan Kieran et al. (2015). Por tanto, se vuelve necesario establecer caminos o metodologías más concretas encaminadas a la elaboración de situaciones de aprendizaje bajo la TSME. Pasar del ámbito de la investigación al del aula.

Lo que se reflexiona aquí se enfoca en el *diseño como intención*, faltará trabajar con el análisis de su implementación (*diseño como implementación*) para analizar cómo los elementos que lo sustentan se comportan al guiar la acción de los estudiantes. Kieran et al. (2015) señalan que la relación entre teoría y práctica como parte de los diseños didácticos está bajo control de la práctica educativa y no de la teoría, por lo que durante su implementación pueden sufrir cambios y ajustes no previstos. Sin embargo, sin un adecuado diseño como intención resulta complejo poder mejorarlos luego de su implementación (Ruthven et al., 2009).

Agradecimientos

Queremos agradecer al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por el financiamiento para el desarrollo de este trabajo a través de la estancia posdoctoral académica-inicial para desarrollar el proyecto “Diseño de situaciones de aprendizaje como estrategia de desarrollo profesional docente”.

Referencias

Cabrera Chim, L. M., Cantoral Uriza, R., y Moreno Martínez, N. (2020). La problematización de la matemática escolar como rasgo de la competencia docente del profesor de cálculo. *RECIE. Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa*, *5*(1), 139-151. https://doi.org/10.33010/recie.v5i1.1036

Cantoral, R. (2016). *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa* (2a. ed.). Gedisa.

Cantoral, R., Montiel, G., y Reyes-Gasperini, D. (2015). Análisis del discurso matemático escolar en los libros de texto, una mirada desde la teoría socioepistemológica. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (8), 9-28. https://doi.org/10.35763/aiem.v1i8.123

Esteley, C., Villarreal, M., Mina, M., y Coirini, A. (2021). Uso de videos en la formación inicial de profesores de matemática como recurso para observar clases. *Revista Científica EFI · DGES*, *7*(12), 65-89. https://dges-cba.edu.ar/wp/wp-content/uploads/2021/11/Revista-EFI-Vol-7-N%C2%BA-12-completa-ISSN-ok-1.pdf

Fujii, T. (2015). The critical role of task design in lesson study. En A. Watson y M. Ohtani (eds.), *Task design in Mathematics education* (New ICMI Study Series, pp. 273-286). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-09629-2_9

Groenwald, C. L. O., y Llinares, S. (2022). Aprendiendo a mirar profesionalmente las situaciones de enseñanza de las matemáticas. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática*, *2*(2), e202202. https://doi.org/10.54541/reviem.v2i2.29

Hinojos Ramos, J. E., Romero Fonseca, F. W., y Farfán Márquez, R. M. (2020). Principios de diseño de tareas en socioepistemología. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, *11*, e708. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.708

Kieran, C., Doorman, M., y Ohtani, M. (2015). Frameworks and principles for task design. En A. Watson y M. Ohtani (eds.), *Task design in Mathematics education* (New ICMI Study Series, pp. 19-81). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-09629-2_2

Lee, M. Y., y Choy, B. H. (2017). Mathematical teacher noticing: The key to learning from lesson study. En E. O. Schack, M. H. Fisher y J. A. Wilhelm (eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 121-140). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-46753-5_8

Llinares, S., Ivars, P., Buforn, Á., y Groenwald, C. (2019). «Mirar profesionalmente» las situaciones de enseñanza: una competencia basada en el conocimiento. En E. Badillo, N. Climent, C. Fernández y M. T. González (eds.), *Investigación sobre el profesor de matemáticas: práctica de aula, conocimiento, competencia y desarrollo profesional* (pp. 177-192). Universidad de Salamanca. https://eusal.es/eusal/catalog/view/978-84-1311-073-8/5054/4202-1

López-Acosta, L. A., y Montiel-Espinosa, G. (2022). Emergencia de las ecuaciones paramétricas en Viète y Descartes: elementos para repensar la actividad analítica-algebraica. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, *17*(3), 539-559. https://doi.org/10.14483/23464712.17062

Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnologóa de la Nación (2018). *Marco nacional para la mejora del aprendizaje en matemática*. https://www.educ.ar/recursos/132595/marconacional-para-la-mejora-del-aprendizaje-enmatematica

Montiel, G. (2005). *Estudio socioepistemológico de la función trigonométrica* [Tesis Doctoral inédita]. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada.

Reyes-Gasperini, D. (2016). *Empoderamiento docente y socioepistemología. Un estudio sobre la transformación educativa en Matemáticas*. Gedisa.

Reyes-Gasperini, D., y Cantoral, R. (2016). Empoderamiento docente: la práctica docente más allá de la didáctica… ¿qué papel juega el saber en una transformación educativa? *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, *2*(11), 155-194. https://doi.org/10.35305/rece.v2i11.265

Ruthven, K., Laborde, C., Leach, J., y Tiberghien, A. (2009). Design tools in didactical research: Instrumenting the epistemological and cognitive aspects of the design of teaching sequences. *Educational Researcher*, *38*(5), 329-342. https://doi.org/10.3102/0013189X09338513

Simon, M. A., y Tzur, R. (2004). Explicating the role of mathematical tasks in conceptual learning: An elaboration of the hypothetical learning trajectory. *Mathematical Thinking and Learning*, *6*(2), 91-104. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0602_2

Stake, R. (2005). Qualitative case studies. En N. Denzin y Y. Lincoln (eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3a. ed., pp. 443-466). Sage.

Cómo citar este artículo:

Cabrera Chim, L. M., y Romano Rivera, R. (2024). La problematización de la matemática escolar y el diseño de situaciones de aprendizaje en un escenario de desarrollo profesional docente. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, *15*, e1938. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v15i0.1938