

FREDY DE LA CRUZ URBINA, GABRIELA BUENDÍA ABALOS

DIÁLOGO ENTRE LO COMUNITARIO Y LO ESCOLAR:
LA COCCIÓN DE LA TORTILLA DE MAÍZ COMO SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

DIALOGUE BETWEEN THE COMMUNITY AND THE SCHOOL:
THE CORN TORTILLA COOKING AS A LEARNING SITUATION

RESUMEN

Este escrito presenta una situación diseñada en el marco del pensamiento variacional para favorecer un diálogo entre la matemática escolar y el conocimiento comunitario. Dicho diálogo se construye a través de la articulación entre los conceptos escolares de la matemática del cambio y la variación con los conocimientos comunitarios vinculados al proceso de cocción de la tortilla de maíz. En esta propuesta, el contexto de significación es la base para el desarrollo intencional de prácticas y usos del pensamiento variacional tales como la seriación, la comparación o la predicción. En particular, se presenta evidencia del uso de la gráfica referida al proceso de cocción de una tortilla bien hecha; sus diferentes formas y funcionamientos actúan como puente entre lo escolar y lo comunitario, evidencia de un diálogo significativo entre ambos.

PALABRAS CLAVE:

- *Comunidad*
- *Diálogo significativo*
- *Pensamiento variacional*
- *Uso de la gráfica*

ABSTRACT

This paper presents a situation designed within the framework of variational thinking to foster a dialogue between school mathematics and community knowledge. This dialogue is built through the articulation of school concepts of the mathematics of change and variation with community knowledge linked to the corn tortilla cooking process. In this proposal, the context of meaning is the basis for the intentional development of practices of variational thinking such as serialization, comparison and prediction. In particular, evidence is presented of the use of graphics referring to the cooking process of a well-made tortilla; its different forms and functions act as a bridge between the school and the community, demonstrating a meaningful dialogue between the two.

KEY WORDS:

- *Community*
- *Meaningful dialogue*
- *Variational thinking*
- *Use of graphs*



RESUMO

Este artigo apresenta uma situação projetada dentro da estrutura do pensamento variacional para promover um diálogo entre a matemática escolar e o conhecimento comunitário. Esse diálogo é construído por meio da articulação de conceitos escolares da matemática da mudança e da variação com o conhecimento comunitário vinculado ao processo de cozimento da tortilha de milho. Nesta proposta, o contexto de significado é a base para o desenvolvimento intencional de práticas e usos do pensamento variacional, como seriação, comparação e predição. Em particular, são apresentadas evidências do uso do gráfico referente ao processo de cozimento de uma tortilha bem-feita; suas diferentes formas e funções atuam como uma ponte entre a escola e a comunidade, evidenciando um diálogo significativo entre ambas.

PALAVRAS CHAVE:

- *Comunidade*
- *Diálogo significativo*
- *Pensamento variacional*
- *Uso de gráficos*

RÉSUMÉ

Cet article présente une situation conçue dans le cadre de la pensée variationnelle afin de favoriser un dialogue entre les mathématiques scolaires et les savoirs communautaires. Ce dialogue repose sur l'articulation des concepts scolaires des mathématiques du changement et de la variation avec les savoirs communautaires liés à la cuisson des tortillas de maïs. Dans cette proposition, le contexte de signification sert de base au développement intentionnel de pratiques et d'usages de la pensée variationnelle, tels que la sériation, la comparaison et la prédiction. Plus particulièrement, des preuves sont présentées de l'utilisation du graphique se référant au processus de cuisson d'une tortilla bien faite ; ses différentes formes et fonctions servent de passerelle entre l'école et la communauté, témoignant d'un dialogue constructif entre les deux.

MOTS CLÉS:

- *Communauté*
- *Dialogue constructif*
- *Pensée variationnelle*
- *Utilisation des graphes*

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo parte de considerar la relevancia del conocimiento cotidiano para la construcción de significados de los conceptos matemáticos escolares. Este constructo del cotidiano “temporaliza el saber de la gente con base en

su experiencia de vida” (Cordero Osorio, 2023, p. 50) y hace referencia a formas culturales de saberes conformadas social e históricamente. En ese marco, buscamos evidenciar a lo comunitario como una forma de vida -dentro del cotidiano- que construye formas de educación dialógica, pertinentes, democráticas y transformadoras (Comisión de Educación y Cultura de la Asamblea Estatal Democrática [CECAED], 2017) como todo un entramado de vínculos, afectos y sentidos compartidos.

En concordancia con los trabajos de Gasché Suess (2013), D’Ambrosio (2014) y Bertely Busquets (2019) se considera que los estudiantes, como parte de su forma de vida en comunidad, poseen conocimiento que puede ser de utilidad para establecer un diálogo con los conceptos escolares y que estos, a su vez, reconozcan y valoren a lo comunitario. Este diálogo lo sustentaremos en el reconocimiento de una racionalidad contextualizada, principio socioepistemológico que enuncia que la racionalidad con la que se actúa depende del contexto en el que el individuo se encuentre (Cantoral Uriza, 2013). Proponemos un contexto de significación que resignifica la matemática escolar con base en la noción de uso del conocimiento matemático (Cordero Osorio y Flores Estrella, 2007; Zaldívar Rojas y Briceño Solis, 2019; Cordero Osorio, 2023).

La significación mediante el uso sugiere retomar contextos cercanos a la realidad de los estudiantes para generar conocimientos significativos y útiles para la vida. Cordero Osorio et al. (2014) reconocen al uso del conocimiento como un atributo que admite la diversidad cultural de las comunidades y es un marco de referencia para el rediseño del discurso matemático escolar. Así, la noción de uso contribuye a que el conocimiento matemático sea un instrumento que enriquece la cultura y favorece la equidad (Cordero Osorio, 2023).

En la búsqueda de escenarios que posibiliten la emergencia de un diálogo entre lo comunitario y lo escolar, este trabajo retoma la cocción de la tortilla de maíz como un contexto de significación para la matemática de la variación y el cambio propuesta por De la Cruz Urbina y Buendía Abalos (2021). El objetivo de este escrito es presentar una situación de aprendizaje en la que se trabaja con la gráfica de lo que llamaremos la *buena tortilla*: una gráfica tiempo-temperatura de la tortilla, producto de la modelación del proceso de cocción de la tortilla de maíz, proceso del que se obtuvo una tortilla bien hecha de acuerdo con el conocimiento comunitario. Con base en las dimensiones que conforman el contexto de significación, analizaremos el llamado diálogo significativo.

Así, la pregunta que aborda este escrito refiere a cómo el uso de la gráfica resignifica nociones matemáticas propias del cambio y la variación y favorece un diálogo significativo entre esa matemática y lo comunitario.

2. ANTECEDENTES

Existen propuestas innovadoras que han sido desarrolladas en el contexto escolar cuyo interés es lograr que los estudiantes relacionen su cotidiano con lo que aprenden en el aula. Un ejemplo de ello es el trabajo de Balda et al. (2018), quienes consideran a la huerta escolar como un marco de referencia para la construcción de conocimiento matemático. Las autoras mencionan que las diferentes tareas que allí se llevan a cabo como medir, comparar, clasificar y anticipar tienen un bagaje cultural que sirvió de base de significación para favorecer el uso del conocimiento matemático sobre la proporcionalidad a la luz de dichas tareas.

Otros autores han concebido a las actividades comunitarias como escenarios vivos para la construcción de conocimiento a partir de las actividades sociales, productivas, alimentarias, entre otras, que realizan los diferentes actores en su comunidad; ejemplo de ellas son la milpa, la cocina tradicional, el taller de artesanías, etc. (Sartorello 2021; Red de Educación Inductiva Intercultural [REDIIN], 2019; CECAED, 2018; Gasché, 2013).

Sartorello (2021) reporta la elaboración de *mapas vivos* en el que los estudiantes y padres de familia elaboraron una cartografía propia y contextualizada articulando aspectos sociales, culturales, geográficos e históricos de su comunidad. Solares-Rojas y Mendoza (2025) destacan también cómo la construcción de mapas del entorno ponen en juego conocimientos y prácticas matemáticas. Según estos autores, dichas tareas favorecieron en los estudiantes el desarrollo de vínculos con su territorio y fomentaron el uso de conceptos matemáticos relacionados con el espacio y la escala. Lo significativo de estas propuestas radica en que lograron establecer un diálogo entre lo comunitario y lo escolar, donde los mapas fueron herramientas para expresar, representar y pensar colectivamente sobre el territorio.

Por su parte, Zabel y dos Santos (2023) analizaron diferentes actividades matemáticas que tienen que ver con la atención de problemas comunitarios identificados por el alumnado. Los sujetos hicieron uso del conocimiento matemático para reflexionar e intervenir en el problema. El desarrollo de estas tareas es lo que los autores llaman *praxis educativa*, que tiene como base el diálogo y la colaboración de la comunidad escolar en todo el proceso.

En concordancia con estas propuestas, este trabajo pretende articular el conocimiento comunitario inherente a la cocción de la tortilla de maíz con el conocimiento matemático escolar del cambio y la variación. Se trata de racionalidades de distintos contextos que tratan con el cambio de diferentes maneras. De allí que, esta investigación pretende favorecer un diálogo entre

ellos de manera que el conocimiento comunitario sea base de significación del conocimiento matemático y así mismo, éste reconozca al conocimiento comunitario como una fuente de significación.

2.1. *El concepto cultural de buena tortilla*

Los productos del maíz tienen gran relevancia en la sociedad latinoamericana y en particular, la tortilla es considerada como símbolo de identidad mexicana (López et al., 2015; Rodríguez y Concheiro, 2016). Elaborar tortillas de maíz haciendo uso de un fogón (un espacio para encender un fuego), la masa de maíz y el comal, es parte de la vida cotidiana en las comunidades rurales chiapanecas, lugar geográfico de esta investigación. No obstante, hacer una buena tortilla de esta forma tradicional requiere del dominio de ciertas técnicas y conocimientos que son asequibles a través de la experiencia en la actividad comunitaria.

Hacer una *buena tortilla* -bien hecha y, en consecuencia, sabrosa- tiene que ver con su cocción óptima: según el conocimiento comunitario, el punto ideal de cocción de la tortilla se evalúa a partir del inflado que ocurre al cocerla. El inflado no solo refleja el dominio en la ejecución de las técnicas e instrumentos, sino que desde una perspectiva cultural garantiza una tortilla agradable y apta para el consumo humano (Badui, 2006).

En la Tabla I se presenta esta concepción que a través de una serie de pasos y su explicación comunitaria; esta emerge de la experiencia personal de los estudiantes y el conocimiento transmitido como parte de su cultura, principalmente de las madres y abuelas. Los pasos aquí presentados se refieren al proceso de elaboración de la tortilla una vez que se cuenta con la masa para hacerla; los pasos 1 al 3 son previos a la elaboración de la tortilla; 4 y 5 tienen que ver específicamente con su elaboración; los pasos 6 al 10 se refieren a la cocción y serán el foco de este estudio (Nota: un video completo de la elaboración de la tortilla de maíz en Chiapas, México, a partir de la masa ya preparada puede verse en <https://youtu.be/YOFFPoaT504>).

Con esta base, se propondrá una situación para el estudio del cambio y la variación en el aula de matemáticas con la intención de que estudiantes de bachillerato desarrollen un conocimiento matemático socioculturalmente significativo. No se busca enseñar a hacer tortillas en el aula de matemáticas, sino que al ser un proceso que se conoce -y se aprecia- desde los espacios personales de vida, ello favorezca la creación de un contexto de significación para la matemática escolar.

TABLA I
Pasos para obtener una buena tortilla

<i>Pasos</i>	<i>Explicación comunitaria</i>
1. Preparar el fogón	El fogón debe tener el calor suficiente para la cocción de las tortillas. Para esto se coloca cierta cantidad de leña y se acomoda de manera que el fuego se concentre en el centro del comal y así el calor sea uniforme.
2. Amasar	La masa debe hidratarse y mezclarse para que esta sea homogénea y moldeable. Si la masa no tiene la suficiente plasticidad es poco probable que se obtenga una buena tortilla.
3. Curar el comal	Es un proceso que tiene dos intenciones: desinfectar el comal y evitar que la tortilla se adhiera durante su cocción; se realiza untando una pasta de cal y agua sobre la superficie del comal.
4. Medir una porción de masa	Se utilizan los dedos y el puño para medir la cantidad de masa para hacer cada tortilla de manera que todas tengan el mismo tamaño.
5. Tortear la masa	Con las palmas de las manos se da forma y tamaño a la masa hasta que quede delgada, redonda y plana. La tortilla debe tener un mismo grosor para que se cueza de manera uniforme.
6. Poner la tortilla al comal	La tortilla debe colocarse de tal modo que quede extendida sobre la superficie caliente del comal y así, tenga una cocción óptima. Una mala colocación puede hacer que la tortilla se rompa o se doble y evitará que la tortilla se cocine de forma homogénea.
7. Regular el fuego	Si el calor es muy fuerte la tortilla se quema y se pega, por ello es necesario controlar el fuego durante la cocción. El fuego debe mantenerse al centro del comal y ser constante para que el calor sea uniforme en todo el comal.
8. Voltear la tortilla	La tortilla debe voltearse para que esta se cueza en ambos lados. La primera vuelta debe realizarse cuando la tortilla se pone amarilla o se doran las orillas. Si se deja más tiempo en el comal ya no infla.
9. Volver a voltear la tortilla	Se voltea por segunda vez para que se infle. Este segundo volteo se lleva a cabo cuando la tortilla presenta cierto color y textura. A veces es necesario levantar la tortilla y observar si la cara que está en contacto con el comal ya está cocida. Entonces, se realiza el volteo.
10. Esperar que se infle y retirarla del comal	Cuando la tortilla comienza a inflarse se utiliza la yema de los dedos para ayudar a desprender la <i>pancita</i> y que se infle por completo. Esto indica que la tortilla ya está cocida, por lo que se retira del comal; el inflado asegura una buena tortilla.

3. ASPECTOS TEÓRICO-CONCEPTUALES

3.1. *El estudio del cambio: prácticas para analizar la variación*

De acuerdo con Cantoral Uriza (2019) y Cantoral Uriza et al. (2018), el estudio del cambio precisa del desarrollo de un sistema de referencia variacional que se conforma por la articulación entre la causalidad y la temporización. La causalidad tiene que ver con reconocer que existe una relación entre las variables involucradas, establecer un elemento de referencia y elegir una unidad de medida. La temporización requiere discretizar el fenómeno en intervalos adecuados para analizar cuánto y cómo cambian las variables. De acuerdo con los autores, el desarrollo de estos elementos permite construir una racionalidad para tratar con el cambio en situaciones variacionales.

La construcción de un sistema de referencia variacional requiere de una epistemología de prácticas como la comparación, la secuenciación o seriación, la predicción y la estimación, prácticas que anteceden y acompañan el desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional (Cantoral Uriza et al., 2018; Cantoral Uriza, 2013, 2019; Fallas y Lezama, 2022). Con base en estas fuentes, en la Tabla II se presenta una caracterización de las prácticas que conforman el modelo epistemológico que será la base de la situación variacional propuesta:

3.2. *La situación variacional de la buena tortilla: el fenómeno físico asociado*

Caracterizar a la cocción de una buena tortilla como una situación variacional precisó entender qué atributos medibles están relacionados con el cambio de color y textura en la cocción de la tortilla. Estos atributos medibles son fundamentales en una situación de variación y cambio pues ésta siempre debe comenzar -significativamente- cuestionando si algo está cambiando y qué está cambiando (Cabrera et al., 2023). Así, mientras que en la experiencia de lo comunitario, el color y la textura son indicativos de un buen proceso (pasos 8 y 9 de la explicación comunitaria en la Tabla I), en el ejercicio escolar de modelación se requiere una medición objetiva y factible de realizar con instrumentos escolares.

La literatura reporta que los cambios que se producen en la tortilla debido a la cocción están asociados con ciertas reacciones químicas y térmicas del almidón, principal componente del maíz con el que se elabora la tortilla. Según Noguera et al. (2018), las modificaciones en la textura debido al calor dependen, entre otras cosas, del proceso de gelatinización del almidón. Por consiguiente, el cambio de color y textura durante la cocción de la tortilla se vincula de manera directa con esta propiedad térmica (Canónico, 2003).

Debido a estos cambios físicos y químicos que acontecen por el cambio de temperatura, se ha concebido en este estudio a la cocción de la tortilla tradicional como un *fenómeno endotérmico*, donde las variables tiempo y temperatura de la tortilla permiten comprenderlo de manera cuantitativa. Considerar entonces estas variables permite su incursión al aula ya que medir la temperatura de la tortilla una vez colocada en el comal (paso 6 del proceso de la buena tortilla en la Tabla I) es algo factible de hacer en un proceso escolar para la obtención de datos.

TABLA II
Epistemología de prácticas para el estudio del cambio y la variación

Acciones	Primer nivel de respuesta que ejecuta el humano ante una situación problemática.	visualizar, medir, ordenar, agrupar, restar, relacionar, dividir	Se considera todo aquello que hace el sujeto para tratar con el cambio en una situación variacional
Actividades	Se componen de una articulación de acciones que permiten cuantificar el cambio, reconocer patrones y regularidad.	comparación	Se reconoce el cambio mediante una diferencia, cociente o combinación de estas entre dos estados o intervalos de una variable específica
		secuenciación o seriación	Consiste en ordenar y relacionar una serie de datos a fin de identificar cómo es el comportamiento de la variable en un intervalo
Prácticas socialmente compartidas	Se conforman por actividades intencionales y normadas socialmente.	predicción	Tiene que ver con determinar un valor específico, puntual o local de la variable ya sea en el pasado o futuro
		estimación	Se usa para anticipar el comportamiento de una variable en un determinado intervalo considerando ciertas condiciones

Nota: Elaboración propia con base en los aportes de Cantoral Uriza et al. (2018); Cantoral Uriza (2013, 2019); Fallas y Lezama (2022).

En la Figura 1 se presenta un esquema de la situación variacional del fenómeno endotérmico de la buena tortilla con las tres etapas de cocción diferenciadas por los momentos de volteo. Se han incluido las marcas t y T que refieren al momento en el que inicia el inflado, característica de una tortilla bien hecha.



Figura 1. Esquema para la situación variacional propuesta

Nota: adaptado de De la Cruz Urbina y Buendía (2021, p. 12).

La situación variacional comienza cuando la tortilla es colocada en el comal en el tiempo t_0 con una temperatura T_i ; esta etapa 1 concluye en el tiempo t_1 con una temperatura T_1 , instante en el que se voltea por primera vez la tortilla. Inicia la etapa 2 la cual finaliza con el segundo volteo en el tiempo t_2 y temperatura T_2 (cada momento de volteo se realiza en un breve lapso). Después, inicia la tercera etapa, momento crucial en el que se determina si la tortilla tuvo una cocción óptima pues si fue así, se infla en el tiempo t posterior al instante t_2 , una vez que ha alcanzado la temperatura T . La cocción concluye cuando la tortilla se ha inflado por completo entonces se retira del comal con una temperatura T_f en el tiempo T_3 .

Así, para una buena tortilla ya caracterizada en la situación variacional, un aspecto clave radica en determinar los momentos en que debe voltearse para que se infle; en ello también los conocimientos socioculturales relativos a cómo se hace una buena tortilla: se requiere voltear la tortilla dos veces y después, la tortilla se infla. Este tipo de interrelación es el diálogo significativo que se busca favorecer.

3.3. El contexto de significación para favorecer un diálogo significativo: el uso de la gráfica

Se busca que el conocimiento matemático cobre sentido y significado al seno de una epistemología de prácticas y usos. Esto suple la idea de aprendizaje como adquisición, para dar lugar a aquellas prácticas que modifican al individuo “en colectividad ante tareas y situaciones concretas de su entorno vivencial”

(Cantoral Uriza, 2013, p. 142) y el conocimiento en uso es el saber que importa favorecer. Así, a decir de Cordero Osorio (2023), los usos del conocimiento y sus resignificaciones en diferentes escenarios transforman la realidad del que aprende.

Torres-Corrales y Montiel (2021) definen el uso del conocimiento matemático como el conjunto de formas en las que la matemática resulta funcional para un usuario en un contexto específico, permitiéndole dar respuesta a una tarea concreta, ya sea mediante el empleo de una noción o de la articulación de diversas nociones. Se reconoce que el uso del conocimiento matemático está condicionado por el contexto, responde a una intención, constituye un saber funcional y desarrolla significados. En este marco, “no existe un uso, sin usuario, y este no es tal sin el contexto donde acontece el uso” (Cantoral Uriza, 2013, p. 98). Esta noción implica reconocer las formas y funcionamientos que toma el conocimiento matemático en juego (Cordero Osorio y Flores Estrella, 2007; Buendía Abalos, 2012). Por funcionamiento entenderemos el rol que el conocimiento matemático desempeña en una tarea específica; la forma alude a la estructura o a las modalidades como se presenta el conocimiento en dicha tarea y cómo el usuario opera (calcula, argumenta) con él.

Reconocer el uso el conocimiento matemático para analizar su construcción es todo un cambio epistemológico en el que se requiere una noción de contexto amplio que, efectivamente, requiera de ese uso (Skovsmose, 1999). Valero (2005) señala cómo en los estudios socioculturales se considera noción de *contextos situacionales* como escenarios sociales donde la actividad de aprendizaje se lleva a cabo. Así, de acuerdo a la autora, un contexto amplio histórico, social, político y económico en el que los estudiantes viven no puede ser ignorado en educación matemática.

Sin embargo, en la búsqueda de significados para la matemática escolar a partir de prácticas y usos, buscamos aquellos elementos que reconozca la diversidad de racionalidades que desde esos contextos amplios y situacionales pueden emerger y conformar así un contexto que le dé sentido y significación al conocimiento matemático de interés (Cantoral Uriza et al., 2015). Esta racionalidad contextualizada la proponemos entender en este trabajo con la cocción de la tortilla a partir de tres grandes dimensiones que conformarán un contexto de significación para la actividad de variación propuesta: la dimensión situacional se refiere a la naturaleza del fenómeno endotérmico involucrado en la cocción de la tortilla, es decir, a las reacciones químicas y térmicas que se generan y que pueden ser cuantificada; la dimensión sociocultural tiene que ver con la concepción de lo que se considera una buena tortilla y la dimensión de la racionalidad particular se refiere al el pensamiento y lenguaje variacional. La tabla III presenta los elementos de cada una de estas dimensiones.

TABLA III
Un contexto de significación para la matemática escolar del cambio y la variación

Contexto de significación					
Dimensión situacional	<i>Fenómeno endotérmico</i>	Dimensión sociocultural	<i>Actividad comunitaria</i>	Dimensión de la racionalidad	<i>Matemática del cambio y de la variación</i>
	cocción de la tortilla		técnicas y saberes locales		sistema de referencia y prácticas variacionales
	¿cuándo se debe voltear la tortilla?		¿cuáles son los pasos para hacer una buena tortilla?		¿qué cambia? ¿cómo y cuánto cambia? etc.
Uso de la gráfica					

Nota: adaptado de De la Cruz Urbina (2022, p. 54).

En conjunto, las tres dimensiones del contexto de significación priorizan los procesos de resignificación de la matemática escolar por sobre un contexto situacional: un fenómeno endotérmico de la cocción de la tortilla con una carga sociocultural explícita que puede ser analizada con la matemática del cambio y la variación. En este escenario, al hacer una buena tortilla convergen procesos físicos, saberes sociales y culturales que de manera intencional se trasladan al aula de matemáticas; hay entonces un diálogo significativo donde los conceptos matemáticos emerjan no solo como nociones aisladas sino como un saber situado, funcional y articulado. Las propias dimensiones del contexto de significación nos permiten dar cuenta de dicho diálogo y el adjetivo *significativo* en este trabajo alude a la participación colectiva de los sujetos en la construcción del conocimiento matemático posibilitando nuevas formas de ver, comprender y enriquecer el conocimiento comunitario, sin soslayar su valor e identidad en un contexto específico.

En particular, en este escrito se da evidencia del uso de la gráfica con base en el contexto de significación propuesto para favorecer el diálogo significativo entre lo comunitario y lo escolar. Se trata de un proceso en el que el uso de la gráfica resignifica a la matemática en juego; dicho proceso no es estático pues a lo largo de la situación propuesta habrá diversos funcionamientos y formas que generen otros usos de las gráficas y sus elementos (Zaldívar Rojas y Briceño Solís, 2019).

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

4.1. La situación de variación

Se diseñó una situación de variación organizada en tres momentos (M1, M2 y M3). El primero tiene como propósito conocer el estado inicial del fenómeno y finaliza con la elección intencional de las variables significativas a medir: tiempo y temperatura de la tortilla. El segundo reconoce patrones y regularidades a través del uso de la gráfica de una tortilla bien hecha. El tercero propone construir una herramienta predictiva de la situación variacional (Figura 2).

Momento 1: Conocer el estado inicial del fenómeno • Reconocer relaciones causales • Elegir las variables significativas y medibles • Comparar estados • Establecer un elemento de referencia • Responde a las preguntas ¿qué o quién cambia? y ¿respecto de qué cambia?	Momento 2: Reconocer patrones y regularidad • Obtener datos de las variables: experimentar y medir • Organizar los datos en tablas y gráficas • Determinar una unidad de medida • Temporizar • Responde a las preguntas ¿cuánto cambia? y ¿cómo cambia?	Momento 3: Conformar una herramienta predictiva • Establecer nexos funcionales • Predecir valores puntuales • Estimar comportamientos • Responde a las preguntas ¿por qué cambia de esa manera? y ¿cuál es el modelo que organiza los datos?
--	--	---

Figura 2. Momentos de la situación variacional

Con esta organización por momentos, se proponen diversas tareas (ver Tabla IV) que intencionalmente desarrollen los elementos comunitarios de la Tabla I y las prácticas variacionales señaladas en la Tabla II. Así es como proponemos que las dimensiones del contexto de significación se pongan en juego para el objetivo de reconocer el diálogo significativo que se quiere proponer.

TABLA IV
Momentos y tareas de la situación de variación

<i>Momentos (M)</i>		<i>Tareas (T_j)</i>
M1: Conocer el estado inicial del fenómeno	M1.T1: comparte tu experiencia	a) ¿cuáles son los pasos para elaborar la tortilla? b) ¿cuándo y por qué se debe voltear la tortilla? c) ¿cómo sabes que la tortilla está cocida?
	M1.T2: reconoce el cambio	a) ¿qué cambia en la cocción de la tortilla? b) ¿por qué cambia? c) ¿con respecto de qué cambia?

	M1.T3: analiza el cambio	a) ¿de qué depende el cambio? b) ¿qué se puede medir y cómo? c) ¿qué relación tiene dicho cambio con la cocción de una buena tortilla?
M2: Reconocer patrones y regularidad	M2.T1: experimentar y medir	Seguir los pasos para hacer una buena tortilla. Durante la cocción, se mide la temperatura de la tortilla con un sensor infrarrojo y se registran los datos en una hoja de cálculo. Se elaborarán tres tortillas y posteriormente, se selecciona uno de los tres procesos para su análisis, tomando en cuenta que haya resultado una tortilla bien hecha. Con base en este proceso: a) Registrar en una tabla los datos del tiempo y la temperatura que proporcionó el sensor para el caso elegido. b) Identificar en la tabla los momentos de volteo
	M2.T2: secuenciar y graficar	Graficar los datos de la tabla y reflexionar: a) ¿qué características presenta la gráfica al voltear la tortilla? ¿la temperatura cambia siempre de la misma manera? ¿qué pasa con la temperatura cuando se produce el inflado de la tortilla? b) Considerando las variables tiempo y temperatura ¿cómo es la gráfica de una <i>buena tortilla</i>?
	M2.T3: comparar y secuenciar	a) Describir para cada etapa de cocción: i) qué sucede en la tortilla ii) qué características tiene la gráfica iii) cómo cambia la temperatura y iv) cuánto cambia la temperatura. b) Cuáles son los valores de para esquematizar la situación completa.
M3: Conformar una herramienta predictiva	M3.T1: comparar y estimar	Se proporciona la gráfica obtenida en Excel a partir de los datos que arroja el sensor de temperatura. Contestar lo siguiente: a) ¿en cuánto tiempo la tortilla se coció? ¿en qué tiempo comenzó a inflarse y cuánto duró ese proceso? b) ¿cuándo ocurre el primer momento de volteo? c) ¿cuánto cambia la temperatura de los 20 a los 30 segundos? d) ¿cambia de la misma manera de los 30 a los 40 segundos? e) ¿cuándo ocurre el segundo momento de volteo? f) ¿cómo lo identificas? g) Realiza el bosquejo de la gráfica de una tortilla que se cuece en 100 segundos.
	M3.T2: estimar y predecir	Realizar en una misma gráfica con el software Excel la gráfica de los procesos de cocción de las tres tortillas. a) ¿todas las tortillas se cocieron de la misma manera? b) ¿cuál se coció más rápido? ¿cuál tardó más? c) ¿la cocción de las tortillas sigue algún comportamiento? d) ¿por qué cambia de esa manera? e) ¿cuál es el modelo que organiza los datos?

4.2. *El escenario de estudio*

La investigación se llevó a cabo con la participación voluntaria de seis estudiantes que cursaban el cuarto semestre (16 y 17 años de edad) en una escuela rural del subsistema de Telebachillerato, ubicada en el estado de Chiapas, México. Para las tareas del primer momento de estudio fue necesario indagar sobre las características de una buena tortilla, lo que implicó cuestionar a otros miembros de la comunidad, en especial madres y abuelas, quienes compartieron su experiencia con ellos. Los estudiantes poseían experiencia en la elaboración de tortillas y en la escuela estudiaban los conceptos de función, gráficas de funciones, entre otros conceptos afines como parte de su curso escolar.

Para la realización de las tareas se conformaron tres parejas de trabajo según su propia elección. Al concluir cada momento de estudio, se entrevistó a cada pareja para ampliar la información o aclarar respuestas. Posterior a las entrevistas, los resultados se discutieron en plenaria.

4.2.1. *El dispositivo para la medición*

Las variables tiempo y temperatura de la tortilla se midieron con una placa Arduino UNO y un sensor infrarrojo MLX90614ESF-BCC. Estos componentes tecnológicos fueron conectados a una computadora para registrar de manera automática los datos en una hoja de cálculo de Excel.

El sensor fue programado para medir la temperatura, en grados centígrados, cada medio segundo. La medición generó aproximadamente 150 registros por cada experimentación. Para realizar las tareas del momento 2, se trabajó con una muestra representativa de dichos datos. Con este propósito, los estudiantes eligieron el intervalo de medición: dos parejas de trabajo optaron por un intervalo de 5 segundos, mientras que la tercera eligió uno de 3 segundos.

Para reducir los errores de medición, según las especificaciones del sensor, éste se ubicó a una distancia de entre diez y quince centímetros del centro de la tortilla. En la Figura 3 puede verse el montaje: a la izquierda, la preparación de este y a la derecha, durante las experimentaciones para hacer las tortillas. También, se tuvo el cuidado de que el sensor interfiriera lo menos posible con la manipulación durante los momentos de volteo, aunque, al tratarse de una toma real de datos, esto resulta difícil de controlar. Cabe señalar que, en la posterior discusión sobre el comportamiento gráfico, estos datos significan notablemente el proceso de cocción.

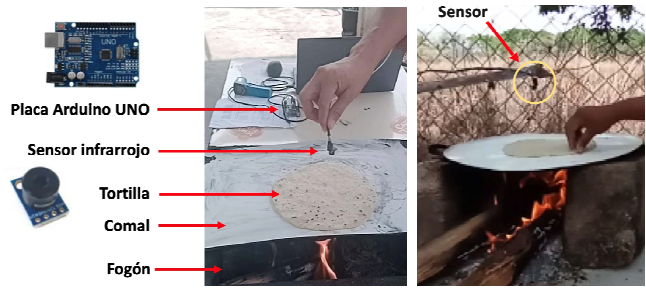


Figura 3. El montaje experimental

Los datos capturados por el sensor se registraron en una hoja de cálculo de Excel de la siguiente manera: la columna A corresponde a la hora en tiempo real; la B, al tiempo de medición en segundos; la C, a la temperatura de la tortilla en grados centígrados; y la D, a la temperatura ambiente. Las columnas B y C, que corresponden al tiempo y a la temperatura de la tortilla, respectivamente, constituyen las variables de interés empleadas en el análisis (véase Figura 4).

	A	B	C	D
1	Tiempo PC	Tiempo(S)	TempSen °C	TempAmb °C
4	10:36:11 a. m.	1.5	225.03	38.41
5	10:36:11 a. m.	2	94.05	38.41
6	10:36:12 a. m.	2.5	25.97	38.41
7	10:36:12 a. m.	3	24.15	38.41
8	10:36:13 a. m.	3.5	26.61	38.39
9	10:36:13 a. m.	4	26.73	38.41
10	10:36:14 a. m.	4.5	28.83	38.41
11	10:36:14 a. m.	5	30.57	38.43
12	10:36:15 a. m.	5.5	32.21	38.47

Figura 4. Datos recopilados en Excel

4.3. Análisis del diálogo significativo

Para el análisis del diálogo significativo entre lo comunitario y la matemática del cambio se elaboró la Tabla V. Lo comunitario considera elementos culturales: el trabajo en comunidad, las fuentes de información, las técnicas e instrumentos y la explicación comunitaria (Rendón y Ballesteros, 2003). Para la matemática del cambio y la variación, se consideraron los elementos del sistema de referencia variacional (causalidad y temporización) y el desarrollo intencional de prácticas como medir, comparar, seriar. Son dos racionalidades cuya articulación se analiza mediante el uso del conocimiento matemático en juego; en particular mediante el uso de la gráfica tiempo-temperatura de la tortilla.

TABLA V
Elementos para el análisis del diálogo significativo

DIÁLOGO SIGNIFICATIVO				
Cambio y variación			SITUACIÓN DE VARIACIÓN	Lo comunitario
Sistema de referencia variacional				Elementos del sistema cultural
Causalidad	Temporización			– Consenso sobre el trabajo comunal – Fuentes de información – Técnicas y tecnologías – Explicación comunitaria
¿qué o quién cambia? ¿respecto de qué cambia?	¿cuánto cambia? ¿cómo cambia?			
¿Por qué cambia de esa manera?				
Desarrollo intencional de prácticas				
Acciones	Actividades	Prácticas		
medir	comparar seriar	estimar	predecir	
USO DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO				
Los funcionamientos y formas del uso			Resignificación situada del conocimiento	

Respecto a lo comunitario, el trabajo en comunidad se refiere a los acuerdos, decisiones y responsabilidades que los participantes tomaron en la elaboración de la tortilla. Las fuentes de información conciernen a la experiencia personal con la actividad comunitaria, al conocimiento adquirido mediante la oralidad paterna-materna o con otros miembros de la comunidad. Las técnicas e instrumentos incluyen los conocimientos, experiencias, herramientas o artefactos que se utilizan en la elaboración de la tortilla. La explicación comunitaria hace referencia a las creencias y saberes que sustentan la concepción cultural de una buena tortilla.

Por otra parte, el *desarrollo intencional de prácticas* se refiere a las acciones, actividades (entendidas como acciones sucesivas que se constituyen en herramientas para intervenir en la situación) y prácticas. Las preguntas que guían este análisis son las siguientes: ¿qué hace el estudiante? ¿cómo lo hace? y ¿por qué lo hace?

La *resignificación situada del conocimiento*, en específico, del conocimiento matemático del cambio y la variación tiene que ver con las distintas significaciones que subyacen como resultado del diálogo significativo. En particular, enfatizaremos en los resultados, un análisis de usos de la gráfica de una tortilla bien hecha a través de los funcionamientos y formas de la gráfica.

5. RESULTADOS

5.1. *Análisis cuantitativo del fenómeno endotérmico*

Las tareas del Momento 1 permiten entender la naturaleza del fenómeno endotérmico. Al reflexionar en aquello que cambia (M1.T2) los participantes reconocieron diferentes variables que se modifican en la tortilla durante la cocción, a saber: el color, olor, sabor, textura, la humedad, el calor, el tamaño, entre otras. Sin embargo, cuando se cuestionaron sobre aquello que se puede medir y cómo puede medirse (M1.T3) se centraron en aquellas magnitudes medibles que se presentan en la situación variacional y, además, en cómo medirlas. Como resultado de la discusión en plenaria al término del Momento 1, los participantes reconocen el tiempo de cocción y la temperatura de la tortilla como las variables a medir transitando de lo cualitativo a lo cuantitativo del fenómeno.

Al inicio del Momento 2, se llevó a cabo la experimentación de la cocción de la tortilla la cual se realizó tomando en cuenta los pasos de la buena tortilla; dos participantes apoyaron en el manejo del dispositivo para la medición de las variables. En la muestra de datos seleccionada identificaron los momentos de volteo a través de la comparación de los datos y observando los aumentos y disminuciones de la temperatura.

Los momentos de volteo fueron identificados justo cuando la temperatura aumenta y después disminuye a través de cómo están variando los datos. Por ejemplo, el primer momento de volteo requirió comparar los intervalos entre los 30-35 segundos y los 35- 40 segundos. Los alumnos identificaron el cambio de temperatura al realizar mentalmente la resta entre los valores numéricos. En el primero reconocieron que la temperatura *augmentó mucho* y después *disminuyó* en el siguiente intervalo: en la Figura 5, se marca esta comparación y el señalamiento de los participantes como *Primera Vuelta*. El pico en el aumento de la temperatura (90.27°) fue identificado como la temperatura del comal, puesto que en ese lapso identificaron que voltearon por primera vez la tortilla. En un ejercicio ideal de toma de datos, este dato numérico (la temperatura del comal, en lugar de la tortilla) podría considerarse como *ruido*, un dato errado; sin embargo, en el diálogo significado propuesto por esta situación, se vuelve un argumento para identificar los momentos de volteo.

Como parte del diálogo significativo, corroboraron que los datos de la tabla son coherentes, pues por experiencia saben que la tortilla cuando se pone al comal está fresca (en este caso el sensor registró una temperatura inicial de 21.51°C). Cuando la voltean por primera vez ya está caliente y cuando realizan el segundo volteo está aún más caliente, es decir, la temperatura de la tortilla va *augmentando* durante la cocción. Bajo esta lógica, consideraron que la temperatura registrada

en el $t=5$ es incoherente, ya que existe una disminución de la temperatura en lugar de presentar un aumento.

También una pareja de participantes reconoció que la cara de la tortilla que está en contacto con el comal está más caliente que la otra cara. Eso se puede apreciar en el aumento de temperatura después de cada momento de volteo, por ejemplo, en la Figura 5, en la marca del *Segundo Volteo*, antes de voltearla la temperatura de la tortilla fue de 74.83°C y después, de 90.91°C (114.91°C es la temperatura del comal); esta temperatura corresponde a la cara que estaba en contacto directo con el comal.

Tiempo	Temperatura
0	21.51
5	19.51
10	32.13
15	31.11
20	45.71
25	42.91
30	53.39
35	90.31
40	70.39
45	70.43
50	70.19
55	71.93
60	72.19
65	72.13
70	73.61
75	74.83
80	114.91
85	90.91
90	92.31
95	75.69
100	91.33
105	113.13
110	99.15
112	380.17

→ Primer Volteo

→ Segundo Volteo

Figura 5. Análisis numérico para identificar los volteos

En resumen, la identificación de los momentos de volteo precisó de un análisis numérico que dialogó con el conocimiento comunitario, pues los datos fueron validados con base a la experiencia de los participantes. Es decir, los participantes no solo observaron y compararon los datos numéricos de la temperatura de la tortilla, sino que tuvo sentido para ellos según su propia experiencia, incluyendo el entender que en una toma de datos real, el sensor toma por unos instantes la temperatura ya no de la tortilla, sino del comal. Más allá de identificar el cambio de un estado a otro y con ello reconocer los momentos de volteo, las tareas permitieron fortalecer el conocimiento comunitario: la valoración cualitativa de la temperatura -antes basada en la experiencia- ahora se expresa también en términos numéricos, estableciendo ahora unos intervalos numéricos relevantes para hacer una buena tortilla. Esta articulación revela un diálogo significativo entre saberes: acciones como medir, restar, visualizar y relacionar se desarrollan hacia actividades de comparación y seriación significadas con elementos de lo comunitario. En la Tabla VI se presenta una síntesis de los elementos del diálogo significativo.

TABLA VI
Práctica desarrolladas en estas tareas

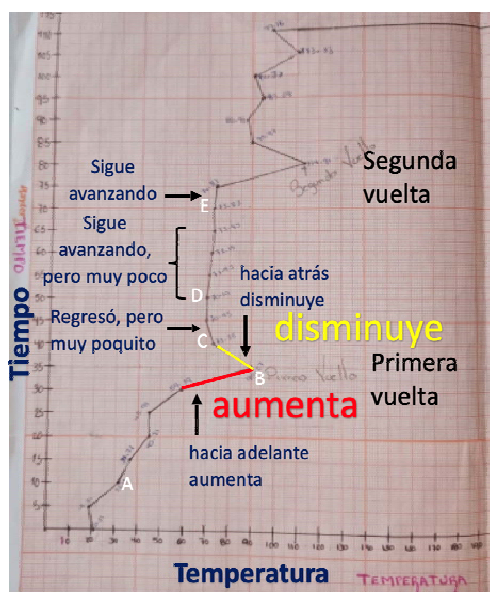
<i>Epistemología de prácticas</i>		<i>Resignificación del conocimiento</i>
<i>Acciones</i>	<i>Actividades</i>	
Observaron el cambio en la actividad comunitaria e identificaron qué cambia		El cambio de color y la textura de la tortilla – como parte del conocimiento comunitario- se asoció con la temperatura (<i>T</i>) y el tiempo de cocción (<i>t</i>). Es decir, a medida que transcurre el tiempo de cocción, la tortilla modifica su textura y color, mientras su temperatura también varía.
Reflexionaron sobre las variables medibles		
Relacionaron el color y la textura que toma la tortilla con las variables tiempo y temperatura		
Midieron la temperatura siguiendo las especificaciones técnicas del dispositivo de medición	De manera manual, comparan la temperatura en puntos clave del proceso de cocción que tienen contacto con la tortilla. Además, estos estados no fueron evaluados de manera aislada sino secuenciados como datos que forman parte del proceso de cocción.	La experiencia vivida con la actividad comunitaria, en particular, la valoración cualitativa de la temperatura en puntos clave permitió comprobar la coherencia de los datos registrados. Asimismo, favoreció una resignificación al reconocer que la temperatura va aumentando durante el proceso.
De manera táctil hacen una medición cualitativa de la temperatura cuando tienen contacto con la tortilla en puntos clave: al ponerla en el comal, en los momentos de volteo y al retirarla		
Relacionaron los datos numéricos de la temperatura con su experiencia comunitaria		
Visualizaron que los datos en la tabla van cambiando	Compararon el cambio numérico de dos intervalos secuenciados	El cambio positivo fue interpretado como un aumento de temperatura, y el negativo como una disminución. Esto permitió identificar los momentos de volteo y diferenciar las etapas de cocción.
Utilizaron el cálculo mental para restar los datos registrados en intervalos específicos		

5.2. *La primera forma gráfica de la buena tortilla y sus funcionamientos*

La *gráfica de la buena tortilla* es un constructo que emerge en esta investigación derivado del proceso experimental con los participantes considerando su conocimiento comunitario. Durante el segundo momento se les pide a los participantes realizar tres tortillas; el proceso para la tercera tortilla fue el que se tomó para análisis debido a que la tortilla se infló.

Con los datos del proceso de esta experimentación, los participantes continuaron trabajando en parejas para proponer una gráfica tiempo-temperatura. Una de las binas propuso una gráfica que no es la forma institucionalizada en la que el tiempo se representa en el eje horizontal; ello pudiera contrastar con la intención didáctica usual sobre, por ejemplo el concepto de función, discusión que suele dejar de lado producciones estudiantiles como esta forma de organizar los datos con las cuales se pueden evidenciar los primeros -y significativos- elementos del desarrollo del pensamiento variacional como entender las relaciones entre las variables, cómo se ven, cómo y porqué cambian (Zaldívar Rojas y Briceño Solis, 2019).

La bina de estudiantes reconoce que esta forma de la gráfica responde simplemente a una cómoda manera para acomodar el papel milimétrico de tal manera que los altos valores de la temperatura pudieran extenderse horizontalmente. Tal cual, esta primera forma les funciona para reconocer el comportamiento de los datos y reconocer elementos de causalidad y temporización. Sobre la producción original de los participantes, en la Figura 6 se han remarcado elementos sobre los que se argumenta por medio de frases como *Regresó, pero muy poquito, dónde aumenta, donde disminuye, la primera y la segunda vuelta*, etc.



Entrevista

- Investigador: si estoy en este punto y te digo aumenta ¿hacia dónde te vas?
(ver punto A sobre la gráfica)
- Lupita: hacia adelante
- Investigador: ok, mira la palabra que usaste. Ahora, estás en este punto y te digo disminuyó ¿hacia donde te vas?
(ver punto B sobre la gráfica)
- Sara y Lupita: hacia atrás
- Investigador: ¿qué quiere decir eso?
[silencio]
- Investigador: cuando aumenta...
- Lupita: avanza... y cuando disminuye eh... vuelve a regresar
(...)
- Investigador: ¿qué está pasando aquí?
(ver punto C sobre la gráfica)
- Lupita: regresó, pero muy poquito
- Investigador: luego ¿qué pasa aquí?
(ver punto D)
- Lupita: avanzó... sigue avanzando, pero muy poco.
- Profesor: aquí (ver punto E)
- Sara y Lupita: sigue avanzando

Figura 6. Una primera forma y funcionamiento de la gráfica de una tortilla bien hecha

Tomando en cuenta los elementos gráficos, se va describiendo el comportamiento de la temperatura para una tortilla bien hecha: se comparan los segmentos en los diferentes intervalos de la gráfica en cuanto a su

longitud, inclinación y sentido. Usando esta forma gráfica, los segmentos con pendiente positiva, como el segmento rojo (Figura 6) representa un aumento de la temperatura y los participantes lo caracterizan como un avance. Cuando la pendiente es negativa como el segmento amarillo, es una disminución o un regreso (de temperatura) de acuerdo a cómo lo expresaron.

Los momentos de volteo de la tortilla fueron identificados en ese cambio de sentido de los segmentos y, en consecuencia, es factible diferenciar las tres etapas de cocción: una secuencia que significa a los intervalos en el tiempo (eje vertical, en esta forma gráfica).

El hecho de que la temperatura de la tortilla no cambie siempre de la misma manera se significó por medio de la longitud de los segmentos: a mayor longitud del segmento se tiene un mayor cambio y viceversa. Respecto al inflado de la tortilla, en la tercera etapa se presentan aumentos y disminuciones de acuerdo con el sentido de los segmentos y, además, con diferentes intensidades según la longitud de estos; teniendo como base esta información concluyeron que no existe una regularidad en la tercera etapa de cocción.

Del mismo modo, las etapas 1 y 2 fueron caracterizadas por la longitud y sentido de los segmentos. En la etapa 1, reconocieron que la temperatura fue aumentando dado que las pendientes son positivas en todos los intervalos, excepto al inicio lo cual se consideró como un error de medición. En el caso de la etapa 2 no les fue posible a priori caracterizarla a partir de la longitud de los segmentos, ya que a simple vista observaron que casi miden lo mismo, por lo que fue necesario considerar otra propiedad del segmento: *su inclinación*.

A partir de la inclinación de los segmentos, las participantes reconocieron que en la etapa 2, existe poca variación de la temperatura ya que los segmentos tienden hacia la verticalidad. En esta forma gráfica, un segmento casi vertical representa poca o nula variación de la temperatura y la explicación comunitaria fue que la tortilla ya casi está cocida. En entrevista, al reflexionar sobre el cambio a través de la gráfica en la etapa 2, una pareja comentó que la temperatura *sigue avanzando, pero muy poco* (véase transcripción, Figura 6).

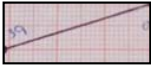
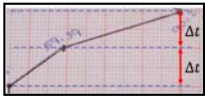
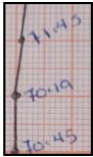
Como parte del diálogo significativo, los participantes observaron el proceso de cocción de la tortilla a través de la gráfica, interpretando las características de los segmentos. Si bien dicha gráfica no representa una función en términos del discurso matemático escolar dominante, constituyó una herramienta significativa para argumentar sobre el cambio en la temperatura. Es decir, la gráfica significó para las participantes una manera de ver el cambio que ocurre en el proceso de cocción de la buena tortilla.

En suma, *la gráfica de la buena tortilla* fue caracterizada en sus tres etapas mediante el análisis gráfico de la longitud, sentido e inclinación de los diferentes

segmentos que la conforman. Dicho análisis precisó de un desarrollo de prácticas y usos con la actividad comunitaria y los elementos de la matemática del cambio. De este modo, esta primera forma de la gráfica de la buena tortilla evidencia un diálogo significativo al modelar los valores del tiempo y la temperatura de la cocción óptima de la tortilla conjugando el conocimiento comunitario con elementos de la matemática del cambio y la variación. La Tabla VII presenta una síntesis del uso de la gráfica, en particular del uso de la pendiente. La forma de la gráfica considera entonces que la variable Tiempo fue situada en el eje vertical y la variable Temperatura, en el horizontal y de ahí, se entienden cómo les van funcionando los elementos gráficos.

TABLA VII

Las formas y funcionamientos del uso de la pendiente en la gráfica de la buena tortilla

El uso de la pendiente		
Epistemología de prácticas	forma	funcionamiento
1. Recopilaron y organizaron datos del tiempo y la temperatura	El sentido del segmento  Aumento  Disminución	De acuerdo con el sentido del segmento se identifica si hay un aumento o disminución de la temperatura
2. Graficaron los datos		
3. Visualizaron los segmentos que conforman la gráfica	La longitud del segmento 	Esta característica sirvió para argumentar sobre la intensidad del cambio de temperatura: mayor longitud representa mayor cambio y viceversa.
4. Compararon segmentos mediante su longitud, inclinación y sentido para identificar los momentos de volteo		
5. Tomando como base la forma de los segmentos caracterizaron la gráfica de la buena tortilla en cada etapa al reflexionar sobre cómo cambia la temperatura	La inclinación del segmento 	Denota poco cambio de la temperatura o casi no cambia (según la verticalidad)
Resignificación		
La pendiente de un segmento es resignificada según su sentido como un aumento o disminución del cambio y una medida de su intensidad: poco, mucho o casi no cambia. En este sentido, la pendiente es una unidad de medida del cambio presentado y precisa de la comparación.		

5.3. Tercer momento: hacia un modelo predictivo del fenómeno endotérmico

En el tercer momento se trabajó con los datos y la gráfica de Excel a partir de todos los datos obtenidos en la medición. Se les propone a los estudiantes una nueva forma de la gráfica con base en los elementos tecnológicos: una gráfica cartesiana tiempo-temperatura de la tortilla (Figura 7). Como la elección de una bina de estudiantes de usar los ejes en una primera forma que no es la institucionalizada fue debido a la disposición horizontal de la hoja milimétrica y poder así localizar el dato 380.17 °C, la interacción con la gráfica donde las variables están ubicadas en otros ejes no representa para ellos ningún problema adicional: simplemente están *al revés*.

La forma de interacción con la nueva gráfica comienza cuando los participantes dividieron algunos intervalos en segmentos equivalentes con el fin de obtener los valores del tiempo y la temperatura, respectivamente (Figura 7). Esto es una evidencia de la *temporización* que desarrollaron en el estudio del cambio.

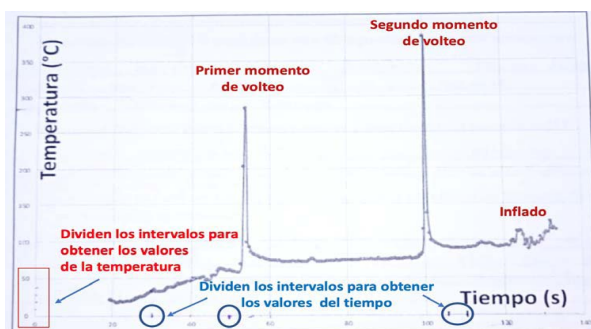


Figura 7. Dialogando con la gráfica: marcas que revela una temporización

Las respuestas a preguntas puntuales fueron: *a*) la tortilla se coció en 114 segundos, a los 105 segundos la tortilla comenzó a inflarse y ese proceso duró un lapso de 10 segundos, *b*) se volteó por primera vez a los 37 segundos de cocción (observaron que la gráfica no inicia desde el tiempo cero); respecto a los incisos *c* y *d* comentaron que el cambio de la temperatura no fue el mismo, en el primer intervalo el cambio fue menor; encontraron también que, *e*) la segunda vuelta ocurrió a los 80 segundos y lo identificaron *f*) ya que “se ve reflejado en la gráfica la máxima temperatura”.

El último inciso *g* plantea un nuevo caso respecto al comportamiento de los datos: en lugar de una tortilla que se cuece en menos tiempo (100 segundos). Consideran que hay que “quitar 7 segundos” en cada momento de volteo; por ello comentan que para este caso los momentos de volteo ocurrirían a los 50 y 93 segundos, respectivamente (ver Figura 8).

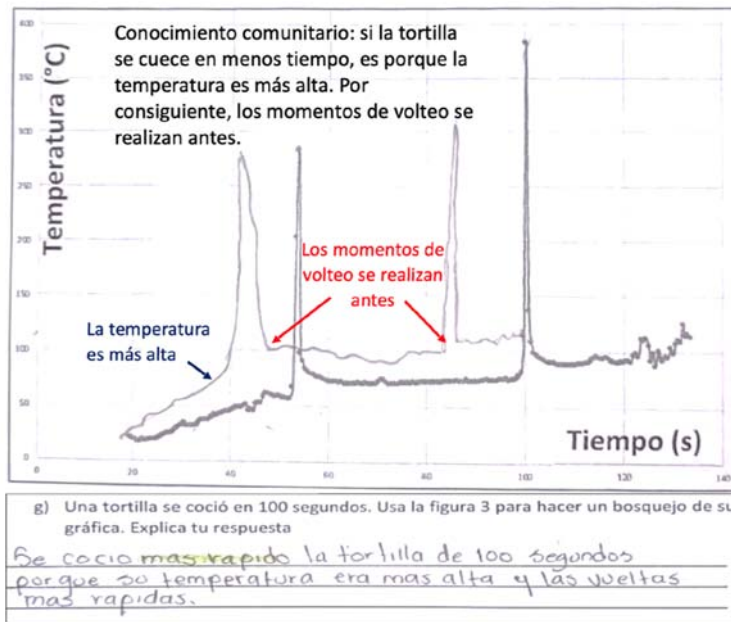


Figura 8. Estimación de la gráfica de una buena tortilla que se cocina en menos tiempo

La nueva secuenciación de intervalos dotó de sentido a la gráfica además de la vinculación que hicieron con su conocimiento comunitario: *si cierta tortilla se cocinó en menor tiempo, entonces la temperatura del comal fue más alta y los momentos de volteo ocurrieron antes*. Esto es, además de la nueva secuenciación, la gráfica sube conservando la forma original: *el primer tiempo de volteo fue en el segundo 50 y el segundo volteo fue en el 93 ya que le quitamos [sic] 7 segundos ya que aumentaría la temperatura en ambos* (Figura 8). Esta predicción y estimación revela la relación que se construyó entre lo escolar (la gráfica cartesiana) con lo comunitario (la experiencia con la cocción de la tortilla), en un diálogo significativo al usar las gráficas evidenciado por la interacción de las dimensiones del contexto de significación propuesto.

Para terminar este tercer momento, los participantes graficaron los datos correspondientes a las tres experimentaciones (Figura 9). Dos de las tres parejas de trabajo observaron que las tortillas tienen tiempos de cocción diferentes y refirieron que esto pudo deberse a que las tortillas son distintas en tamaño, específicamente puede existir una divergencia en el grosor de la tortilla. Hay pues una comparación de elementos gráficos (puntos coordenados) en diálogo con la experiencia física: las tortillas no se cocieron de la misma manera.

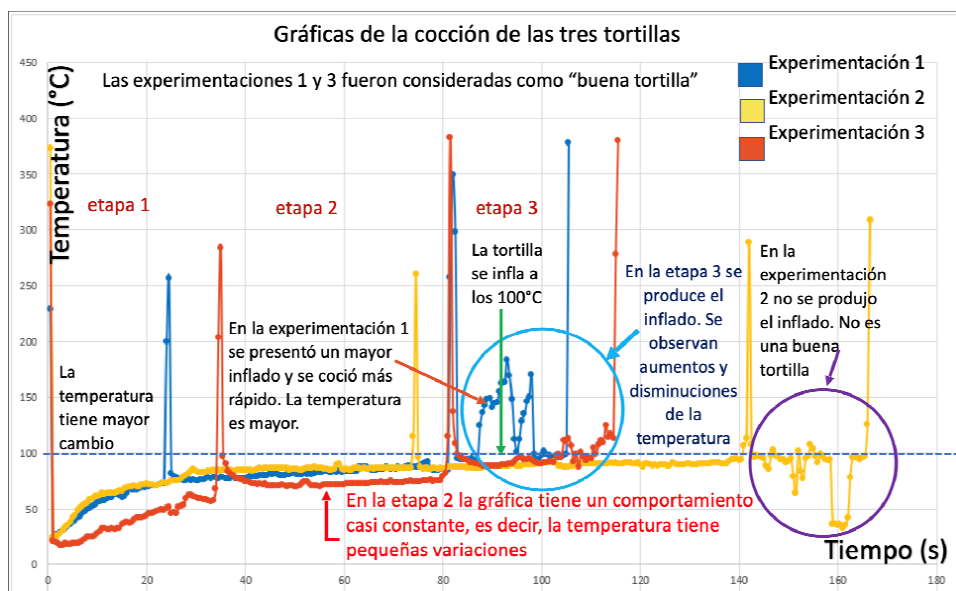


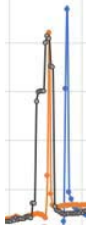
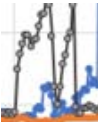
Figura 9. Gráficas de las tres experimentaciones obtenidas con Excel

Los participantes estimaron verbalmente lo que ocurre en el proceso de cocción relacionándolo con su experiencia: en la primera etapa la temperatura va aumentando y experimenta un mayor cambio porque al inicio la tortilla está fresca y luego comienza a calentarse. En la segunda etapa, la temperatura casi no cambia, es decir, se mantiene sin muchas variaciones pues la tortilla casi está cocida. En la tercera etapa observaron un pequeño lapso constante y comentaron que es donde la temperatura se mantiene estable, después, cuando empieza a inflarse suceden aumentos y disminuciones de la temperatura.

Consideraron de acuerdo con la concepción de buena tortilla, que la experimentación 1 fue la mejor, pues en ella la tortilla se infló más. La experimentación 2 no fue una buena tortilla, pues ésta no se infló y la experimentación 3 fue aceptada como buena tortilla, aunque su inflado fue menor. Con base a estas observaciones, los estudiantes reconocieron que toda buena tortilla debe presentar un comportamiento gráfico que se ubique dentro del patrón registrado en las experimentaciones 1 y 3, que fueron consideradas como "buena tortilla". Por lo tanto, la Figura 9 se propone como un modelo predictivo del fenómeno endotérmico involucrado en el proceso de cocción de la tortilla de maíz.

La Tabla VIII sintetiza los elementos del uso de la gráfica y los elementos de la epistemología de prácticas:

TABLA VIII
Reconociendo comportamientos en la gráfica de la buena tortilla

El uso de la gráfica		
Epistemología de prácticas	forma	funcionamiento
1. Graficaron en Excel y compararon las gráficas en distintos intervalos. Esta exploración les permitió identificar cuál tortilla tardó más en cocinarse y si se cocinaron de la misma manera.	La gráfica es creciente. Puede ser una curva o casi lineal 	Conciben que sí tiene dicha tendencia la temperatura va aumentando. Esto sucede en la etapa 1.
2. Relacionaron las gráficas e identificaron diferencias entre ellas. Concluyeron que, aunque las gráficas muestran ciertas similitudes, las tortillas no se cocinan de la misma manera.	La gráfica tiende hacia la horizontal (comportamiento cuasi-constante) 	Comprendieron que la temperatura casi no cambia en la segunda etapa de cocción.
3. Reflexionando sobre el comportamiento observado estimaron la manera como la temperatura cambia durante la cocción.	Salto o picos. La gráfica se despega (discontinuidad de la gráfica) 	Cambio drástico de la temperatura. Se presentan los momentos de volteo ya que se capta la temperatura del comal.
4. Predijeron valores puntuales: la tortilla comienza a inflarse cuando la temperatura alcanza los 100 °C.	La gráfica sube y baja 	Se presentan aumentos y disminuciones de la temperatura. Indica el inflado de la tortilla y, por consiguiente, que es una buena tortilla.
Resignificación del conocimiento		
Los diferentes comportamientos en la gráfica tienen una interpretación a la luz de la actividad comunitaria. La gráfica es una herramienta de argumentación del cambio en el fenómeno endotérmico de la tortilla.		

6. UN ANÁLISIS DE PRÁCTICAS Y USOS

Como resultado de las tareas en los diferentes momentos de estudio, se identificaron usos de la gráfica al analizar el diálogo significativo entre lo comunitario y la matemática de la variación y el cambio. Las diferentes formas y funcionamientos de lo gráfico, iniciando por cómo los participantes proponen representar la relación, reconoce el uso de lo gráfico más allá del saber institucionalizado. Así, como mencionan también Zaldívar Rojas y Briceño Solis (2019) las formas culturales emergen y se ponen en juego no hacia la resignificación de la noción de función, sino hacia el uso del conocimiento matemático al representar de una cierta manera lo que cambia y cómo está cambiando. Sobre esta forma de representación elegida, se argumenta con base tanto del conocimiento comunitario como de la matemática de la variación y el cambio.

El análisis presentado en las tablas de cada momento (Tablas VI, VII y VIII) permitió apreciar el rol de las acciones, actividades y prácticas en el estudio del cambio. La acción de *identificar* aquello que cambia en el fenómeno y la acción de *relacionar* el cambio de color y textura de la tortilla con las variables tiempo de cocción y temperatura correspondiente, fue la base para *establecer* una relación de dependencia entre ellas: qué cambia. Para analizar de una manera más objetiva dicho cambio, se elige una variable que pudiera conformar una situación de variación: una variable que se puede medir con las herramientas tecnológicas y matemáticas propias del aula.

Posteriormente, la comparación permitió argumentar sobre cómo cambian las variables en intervalos específicos: de forma numérica mediante una resta en una tabla, pero también de forma visual, a través de elementos gráficos que facilitan la diferenciación comparando la longitud, inclinación y sentido de los segmentos, así como comportamientos globales de la gráfica. Por consiguiente, la actividad de comparar posibilitó hacer *uso de la pendiente* como herramienta para caracterizar el comportamiento de la temperatura en cada etapa de cocción pues cada segmento representó la relación de cambio entre el tiempo y la temperatura en un determinado intervalo.

La comparación no tendría sentido si no se considera la secuenciación, es decir, el orden de los datos en intervalos específicos; de ahí la importancia de que dichos intervalos están caracterizados en términos de los volteos y cómo debe comportarse la temperatura en ellos. Por ejemplo, en el tercer momento al comparar las gráficas de cocción de las tres tortillas, los estudiantes identificaron qué

tortilla se coció más rápido (análisis global), dónde se presentó un mayor inflado, dónde se realizaron los momentos de volteo (análisis local), cuándo comenzó el proceso de inflado y qué pasó con la temperatura después del segundo volteo que hizo que una de las tortillas no se inflara.

En el tercer momento de estudio, la estimación se desarrolló cuando los participantes bosquejaron el comportamiento de una tortilla cuya cocción se realizó en menor tiempo (Tarea M3.T1 inciso g); esto precisó de predecir valores puntuales de las variables tiempo y temperatura de puntos clave como los momentos de volteo y el inflado de la tortilla. Dicha predicción no se sustentó solo en el análisis de la gráfica, sino que se nutrió del conocimiento comunitario de los participantes: la tortilla se coció antes porque la temperatura del comal tuvo que haber sido más alta y por lo tanto, la temperatura de la tortilla también, lo cual enriqueció la interpretación y toma de decisiones. Este argumento es el que provoca que el comportamiento global de la gráfica se recorra a la izquierda y se suba, respuesta en la que coincidieron los participantes.

7. REFLEXIONES FINALES

Con base en un contexto de significación es posible favorecer un diálogo significativo entre el conocimiento comunitario de los estudiantes y la matemática escolar de la variación y el cambio. El diálogo es significativo porque logró establecer una integración entre dos racionalidades distintas: lo escolar y lo comunitario con la participación activa de los estudiantes. Estas racionalidades puestas en diálogo permitieron la resignificación de conceptos específicos de la matemática del cambio y la variación mediante su uso en la actividad comunitaria y, además, el conocimiento comunitario fue reconocido y fortalecido por el conocimiento matemático escolar, al desarrollarse nuevas formas de ver y comprender lo que implica una buena tortilla, respetando y valorando el conocimiento comunitario de los estudiantes.

La emergencia de esta resignificación no es parte del discurso matemático escolar usual, sino producto de un rediseño que tuvo como base la problematización del conocimiento matemático en el entorno de los estudiantes: la conformación de un contexto de significación para el proceso de cocción de la tortilla como base para el desarrollo de la situación variacional.

En particular, las tareas se centraron en la discusión de la gráfica de la “buena tortilla”: una gráfica tiempo-temperatura que refleja el proceso de cocción

de una tortilla bien hecha. La argumentación sobre y con ella buscó ampliar los esquemas explicativos para enriquecer la matemática escolar, privilegiando a la gráfica como medio de argumentación (Buendía Ábalos, 2012) en el desarrollo del pensamiento variacional.

Cabe señalar que el interés en proponer contextos de significación con base en actividades comunitarias no es esperar que el conocimiento escolar se aplique en las actividades comunitarias, sino favorecer un diálogo significativo que, además de resignificar la matemática escolar, se enriquezca y reconozca el conocimiento comunitario. En este sentido, como afirma Cordero Osorio (2023), “el cotidiano es el espacio donde se genera la funcionalidad del conocimiento” (p. 57), lo cual acentúa la relevancia de vincular los saberes escolares con los saberes culturales.

En suma, este trabajo logró favorecer un diálogo significativo al permitir que los estudiantes integraran su conocimiento comunitario con los conceptos propios del pensamiento variacional. Esta articulación favoreció que los estudiantes se reconocieran a sí mismos como sujetos haciendo matemáticas dentro del aula y no solo reproduciendo una matemática desprovista de significado como suele pasar en el discurso matemático escolar tradicional. Creemos que esta propuesta ofrece un marco de referencia para resignificar el conocimiento matemático: “no más una didáctica sin alumnos, pero menos aún una didáctica sin escenarios socioculturales” (Cantoral Uriza, 2016, p. 10).

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN Y AUTORÍA

Fredy, de la Cruz Urbina: Investigación, Conceptualización, Metodología, Producción y Análisis de datos, Interpretación y Resultados, Redacción en borrador original.

Gabriela, Buendía Ábalos: Conceptualización, Redacción-revisión y Edición.

REFERENCIAS

- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos (4ª ed.)*. Pearson Educación.
- Balda Álvarez, P. A., Buendía Ábalos, G. y Veléz de la Calle, C. (2018). Conocimientos y usos de lo proporcional en las huertas escolares. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades SOCIOTAM*, 28(1), 9-23. <https://sociotam.uat.edu.mx/index.php/SOCIOTAM/article/view/79>

- Bertely Busquets, M. (2019). Nuestro trabajo en las milpas educativas. *Articulando e construyendo saberes*, 4. <https://doi.org/10.5216/racs.v4i0.59219>
- Buendía Ábalos, G. (2012). El uso de las gráficas cartesianas. Un estudio con profesores. *Educación Matemática*, 24(2), 9-35. https://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/Vol24/2/vol24-2-02_REM_24-1.pdf
- Cabrera Chim, L. M., Ruiz Muñiz, P. E., Galaviz Pérez, P. Y. y González Ramírez, J. (2023). Estudio exploratorio sobre el pensamiento y lenguaje variacional en los libros de texto gratuito de primaria en México. *Investigación e Innovación en Matemática Educativa*, 8, 1-24. <https://doi.org/10.46618/iime.181>
- Canónico, M. (2003) *Agregación en gránulos de almidón* [Tesis doctoral no publicada]. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Cantoral Uriza, R. (2013). *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre construcción social del conocimiento*. Gedisa.
- Cantoral Uriza, 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>
- Cantoral Uriza, R. (2016). Educación alternativa: matemáticas y práctica social. *Perfiles educativos*, 38, 7-18.
- Cantoral Uriza, R. (2019). *Caminos del saber. Pensamiento y lenguaje variacional*. Gedisa.
- Cantoral Uriza, R., Moreno-Durazo, A., Caballero-Pérez, M. (2018). Socio-epistemological research on mathematical modelling: an empirical approach to teaching and learning. *ZDM Mathematics Education*, 50(1-2), 77-89. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0922-8>
- Comisión de Educación y Cultura de la Asamblea Estatal Democrática [CECAED], (2017). Algunas interrogantes para comprender el enfoque del Proyecto Comunitario para la Escuela (PCE). *Alforja Insurgente*, 4(31), 5-7.
- Comisión de Educación y Cultura de la Asamblea Estatal Democrática [CECAED] (2018). *Proyecto Comunitario para la Escuela (PCE)*.
- Cordero Osorio, F. y Flores Estrella, R. B. (2007). El uso de las gráficas en el discurso matemático escolar. Un estudio socioepistemológico en el nivel básico a través de los libros de texto. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 10 (1), 7-38. <https://relime.org/index.php/relime/article/view/417>
- Cordero Osorio, F., Méndez, C., Parra, T. y Pérez, R. (2014). Atención a la Diversidad. La Matemática Educativa y la Teoría Socioepistemológica. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(3), 71-90. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/148>
- Cordero Osorio, F. (2023). *Matemáticas, sus usos y significados. Un programa socioepistemológico de la Matemática Educativa*. Gedisa.
- D'Ambrosio, U. (2014). Las bases conceptuales del programa Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 100-107. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/126>
- De la Cruz Urbina, F. y Buendía Ábalos, G. (2021). La tortilla tradicional: un contexto de significación para la matemática de la variación *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 12, 1-19. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v12i0.1098
- De la Cruz Urbina, F. (2022). *Un estudio socioepistemológico en el Telebachillerato chiapaneco: hacia un discurso matemático escolar inclusivo* [Tesis doctoral no publicada]. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada.

- Eugenio-Gozalbo, M., Ramos Truchero, G. y Vallés Rapp, C. (2019). Huertos universitarios: dimensiones de aprendizaje percibidas por los futuros maestros *Enseñanza de las ciencias*, 37(3), 111-127. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2657>
- Fallas Soto, R. D. y Lezama, J. (2022). Argumentos variacionales en la comprensión de la concavidad en gráficas de funciones. *Perfiles Educativos*, 44(178), 130-148. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2022.178.60619>
- Gasché Suess, J. (2013). Éxitos y fracasos de una propuesta educativa basada sobre el Método Inductivo Intercultural e implementada en el Perú, México y el Brasil. *Inclusión Social y Equidad en la Educación Superior*, 13, 17-31.
- López Arévalo, J., Sovilla, B. y Martínez Velasco, G. (2015). Tortillas de maíz: simbolismo nacional e incremento de precios en un contexto de diferenciación social en el área urbana de San Cristóbal de las Casas, Chiapas. *Espacio I + D Innovación más Desarrollo*, 4 (8), 9-50. <https://doi.org/10.31644/IMASD.8.2015.a01>
- Noguera, F., Gigante, S., Menoni, C., Aude, I., Montero, D. y Peña, N. (2018). *Principios de la preparación de alimentos*. Comisión sectorial de enseñanza.
- Red de Educación Inductiva Intercultural [REDIIN] (2019). *Milpas educativas para el buen vivir: nuestra cosecha*.
- Rendón Monzón, J. J. y Ballesteros Rojo, M. (2003). *La comunalidad: modo de vida en los pueblos indios*. Dirección General de Culturas populares e indígenas del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Rodríguez Wallenius, C. y Concheiro Bórquez, L. (2016). Sin maíz no hay país. Luchas indígenas y campesinas por la soberanía alimentaria y un proyecto de nación en México. *Revista Núcleo de Estudios, Pesquisas e Projetos de Reforma Agraria*, 19 (32), 214-235. <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i32.4798>
- Sartorello, S. (2021). Milpas educativas: entramados socioculturales comunitarios para el buen vivir. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 26 (88), 283-309.
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Una empresa docente y Universidad de los Andes.
- Solares-Rojas, A. y Mendoza von der Borch, T. (2025). Exploring children's spatial knowledge through map making for representing their territory. En K. le Roux, A. Coles, A. Solares-Rojas, A. Bose, C. P. Vistro-Yu, P. Valero, N. Sinclair, M. Makramalla, R. Gutierrez, V. Geiger y M. Borba (Eds.), *Proceedings of the 27th ICMI Study Conference: Mathematics Education and the Socio-Ecological* (pp. 251-258). MATHTED and ICMI https://icmistudy27.sciencesconf.org/data/pages/ICMI_Study_27_Proceedings_Feb_25_final_1.pdf
- Torres-Corrales, D. del C. y Montiel-Espinosa, G. (2021). Resignificación de la razón trigonométrica en estudiantes de primer año de Ingeniería. *Educación Matemática*, 33(3), 202-232. <https://doi.org/10.24844/EM3303.08>
- Valero, P. (2005). The myth of the active learner: From cognitive to socio-political interpretations of students in mathematics classrooms. En P. Valero y O. Skovsmose (Eds.), *Proceedings of the Third International Mathematics Education and Society Conference* (2 ed., pp. 489-500). Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Zabel, M. y Malheiros, A. P. dos S. (2023). Atividades na Feira de Matemática: possibilidades para uma práxis educativa. *Bolema* 37(76), 773-796. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v37n76a19>
- Zaldívar Rojas, J. D. y Briceño Solis, E. C. (2019). ¿Qué podemos aprender de nuestros estudiantes? Reflexiones en torno al uso de las gráficas. *Educación Matemática*, 31(2), 212-240. <https://doi.org/10.24844/EM3102.09>

Autores

Fredy de la Cruz Urbina. Telebachillerato en el estado de Chiapas. Emiliano Zapata. Chiapas. México. frecu@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8461-0970>

Gabriela Buendía Abalos. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango. México. buendiag@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9456-4469>