



LA AUTENTICIDAD DEL CONTEXTO DE TEMPERATURA EN LOS PROBLEMAS DE MATEMÁTICAS

Wendy de León Zamora; Honoria Ruiz Estrada
wendy.1505@hotmail.es,

hruizestrada@gmail.com

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, México

.....

Resumen

El estudio centra su atención en todos los libros de texto de matemáticas de la educación secundaria de México, con el objetivo de analizar la autenticidad del contexto de temperatura usado en los problemas matemáticos propuestos para los estudiantes. Se revisaron en total 83 libros y se analizaron 10 problemas en términos de los aspectos fundamentales de la Taxonomía de Palm.

Abstract

The study focuses its attention on all the mathematics textbooks of middle school in Mexico, with the objective of analyzing the authenticity of the temperature context used in the mathematical problems proposed for the students. A total of 83 books were reviewed and 10 problems were analyzed in terms of the fundamentals of the Palm Taxonomy.

Problema de investigación

Durante las últimas décadas, los libros de texto escolares de matemáticas han captado un creciente interés por parte de la comunidad internacional de investigadores de la educación matemática (Fan, 2013).

Fan (2013) formuló un marco conceptual que considera a los libros de texto como una variable intermedia en el contexto de la educación y define la investigación de libros de texto como una investigación disciplinada sobre temas relacionados con los libros de texto de matemáticas y su relación con otros factores en la educación. Sugiere llevar el análisis de libros de texto más allá de la identificación de sus características o cómo se desarrolla un tema específico de la matemática escolar. La idea es que los investigadores consideren el libro de texto, ya sea como una variable dependiente o independiente, realizando

investigaciones que respondan a preguntas ¿cómo el libro de texto es afectado por las políticas educativas?, ¿cómo afecta el libro de texto al aprendizaje de los estudiantes o la metodología del docente en el aula?, entre otras.

En este trabajo se considera los libros de texto como una variable dependiente, dado que se pretende observar cómo las reformas curriculares y los lineamientos gubernamentales influyen en los libros de texto.

Por otro lado, en muchos países hay iniciativas para vincular más estrechamente la matemática escolar con el mundo real fuera de la escuela. “Tales iniciativas no son nuevas, pero han incidido en reformas curriculares y de evaluación en varios países” (Palm, 2009, p.3). Este autor afirma que la autenticidad de los problemas verbales es crucial en el aprendizaje de los estudiantes, y a su vez, define como problema verbal auténtico a aquel que “representa alguna situación de la vida cotidiana de manera que, aspectos importantes de esa situación se simulan en un grado razonable” (Palm, 2008, p. 40). Además, asegura que en la medida que los problemas verbales evoquen situaciones vividas por los estudiantes, les permitirán usar su matemática extraescolar en la resolución de problemas matemáticos y consecuentemente, usar sus conocimientos matemáticos en problemáticas de su vida cotidiana.

Este término, autenticidad, también lo encontramos en La Nueva Reforma Educativa planteada por la Secretaría de Educación Pública de México (SEP, 2017) en donde establece que:

La autenticidad de los contextos es crucial para que la resolución de problemas se convierta en una práctica más allá de la clase de matemáticas. Los fenómenos de las ciencias naturales o sociales, algunas cuestiones de la vida cotidiana y de las matemáticas mismas, así como determinadas situaciones lúdicas pueden ser contextos auténticos, pues con base en ellos es posible formular problemas significativos para los estudiantes. (p. 301)

Lo anterior es evidencia de la importancia de la autenticidad del contexto en los libros mexicanos. Por ello, la presente investigación centra su atención en los libros de textos de matemáticas de México proporcionados por la SEP a través de la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos (CONALITEG).

Marco teórico

En este orden de ideas, “el marco de autenticidad puede ser útil tanto para distinguir entre tareas en términos de su autenticidad como para desarrollar

tareas que apunten a la autenticidad más alta posible en las circunstancias existentes” (Palm & Nyström, 2009, p. 63). Siguiendo a estos autores, el marco de autenticidad utilizado en este estudio va direccionado a la primera utilidad antes mencionada. La siguiente es una descripción breve de los aspectos fundamentales que se utilizan en el análisis de los problemas verbales.

Evento: Se refiere al suceso descrito en la tarea. En la simulación de una situación real, es un requisito previo que el acontecimiento descrito en la tarea escolar haya sucedido o que tenga una buena posibilidad de plantearse en la vida real más allá de la escuela.

Pregunta: Se refiere a la concordancia entre la asignación dada en la tarea escolar y una situación extraescolar correspondiente. La pregunta en la tarea escolar es una que podría plantearse en el acontecimiento del mundo real descrito, es un requisito previo para que una situación del mundo real se corresponda con la tarea escolar.

Información y datos: Se refiere a la información y a los datos de la tarea, los valores proporcionados, modelos y condiciones dadas se consideren reales y específicas.

Método

Para el estudio se realizó un análisis documental con los contenidos de todos los libros de matemáticas de nivel secundaria del Sistema Educativo Mexicano, los cuales fueron un total de 83 libros de 24 editoriales, disponibles en el catálogo virtual de la CONALITEG.

Es importante mencionar que la educación secundaria en México se divide en tres grados: primero, segundo y tercero. De estos libros revisados, 17 son de primer grado, 31 de segundo grado y 35 de tercer grado. Se destaca que todos los libros de primero de secundaria corresponden al Nuevo Modelo Educativo; de los de segundo, 14 libros, y de los de tercero, 7 libros.

Una vez encontrados los problemas propuestos, fueron leídos para clasificar los tipos de contextos de temperatura presentes en los problemas e identificar el conocimiento matemático que se pretende desarrollar en los estudiantes. Posteriormente, se seleccionaron de forma aleatoria 7 problemas de matemáticas para ser analizados utilizando el marco teórico descrito, bajo la siguiente categorización:

AUTÉNTICO si cumple con los tres aspectos.

NO AUTÉNTICO si no cumple con ningún aspecto o cumple con el primero y/o el segundo.

Resultados

Identificamos 100 problemas en contextos de temperatura que pretenden desarrollar los conceptos matemáticos que se muestran en la Tabla 1, observando que aproximadamente el 50% son de variación lineal. Cabe resaltar que los contextos de temperatura hallados en estos problemas matemáticos se dividen en tres tipos de contextos: registro de temperatura, fenómenos de calentamiento y / o enfriamiento y cambios de la fase sólido-líquido-gas.

Concepto matemático	Número de problemas matemáticos	Contextos de temperatura		
		Registro de temperatura	Proceso de calentamiento y/o enfriamiento	Cambio de fase
Números enteros	21	13	7	1
Variación lineal	45	9	31	5
Variación cuadrática	8	3	5	0
Estadística	26	19	5	2
Total	100	44	48	8

Tabla 1. Clasificación de los problemas según conceptos matemáticos y el tipo de contexto

Contexto 1. Registro de temperatura. Cuando se presenta de forma tabular o gráfica el registro de la temperatura de algún lugar en un determinado tiempo. Se hallaron un total de 44 problemas con estas características.

Contexto 2. Procesos de calentamiento y/o enfriamiento. Cuando una sustancia se somete a un proceso de calentamiento o enfriamiento, su temperatura depende del tiempo. Si en algún instante deja de variar, se dice que llegó al equilibrio térmico. El calentamiento de una sustancia conlleva el incremento de su temperatura y para ello se requiere suministrar energía. Si una sustancia se enfría, disminuye su temperatura hasta que alcanza la de su medio ambiente. Hay 48 problemas de este tipo.

Contexto 3. Procesos de calentamiento y/o enfriamiento con cambio de fase. En ocasiones estos procesos propician que la sustancia cambie su estado de agregación (fase). Cuando inicia el cambio de fase, la temperatura de la

sustancia ya no depende del tiempo hasta que la totalidad del material pasa del estado de agregación previo al nuevo. Se hallaron un total de 8 problemas con estas características.

Ejemplo Contexto 1

Este ejemplo se recuperó de un libro de texto de matemáticas para primero de secundaria, se ubica en el contexto de registro de temperatura y pretende desarrollar el concepto de número entero. En este problema se presenta la tabulación del incremento y decremento de la temperatura al interior de un refrigerador con fallas en su funcionamiento. El objetivo es que el estudiante calcule los instantes de tiempo en que el refrigerador enfría más rápido y cuando deja de enfriar. El enunciado del problema como aparece en el libro se observa en la Figura 1.

Problemas de suma con números enteros, decimales y Fraccionarios positivos y negativos

1. De manera individual y a partir de lo que has abordado y ejercitado en esta secuencia, resuelve los problemas.

- a. El refrigerador de una carnicería presenta fallas. Prende a diversos intervalos de tiempo, y en cada encendido y apagado enfría o deja de enfriar. Completa la tabla en la que se registran los cambios de temperatura en el refrigerador.

Hora	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatura °C	25.5	8.2	-5.3	-18.0	3.5	-5.9	-23.2	-4.8	13.1	3.8	-10.4	-19.2	7.6
Cambio en la temperatura													

- En qué hora del día enfrió más rápido el refrigerador: _____
 - En qué hora del día dejó de enfriar en mayor cantidad el refrigerador: _____
 - En qué horarios el refrigerador dejó de enfriar: _____
- ¿Cómo obtuviste esa información? _____

Figura 1. Recuperado de un libro de matemáticas para primero de secundaria publicado en el 2018

Los refrigeradores y su uso pertenecen a las vivencias cotidianas de estudiantes de secundaria. Se enfrían refrescos y aguas de fruta. También se conservan alimentos por lapsos mayores en el interior de un refrigerador que si se dejan a una temperatura ambiente típica de México. Así que, los autores del problema eligen atinadamente este contexto. Ahora, considerando que un refrigerador comercial, normalmente trabajan a -25°C , los datos de la tabla están en el intervalo de valores reales. Esta temperatura fue tomada de la

página web de Mecalux, que es una de las compañías punteras en el mercado de sistemas de almacenaje en México (Mecalux, 2017). Éste es un acierto en relación a la Información y datos.

Sin embargo, el termostato del refrigerador mantiene estable la temperatura de su interior. La cubierta del refrigerador retarda el equilibrio de la temperatura de su interior con la del aire que lo rodea (medio ambiente). Con la puerta cerrada, la temperatura en su interior experimentaría cambios de unos pocos grados Celsius en un lapso de una hora, pero justo a las 11:00 horas, falló el mecanismo del refrigerador y, en un intervalo de una hora, la temperatura se incrementa 21.5°C. Este incremento es grande para que suceda en tan solo una hora. Es muy probable que los datos del problema sean inventados, no se desprendieron de una situación real. Lo que significa que el problema no cumple totalmente con el aspecto de Información y datos.

En cuanto al Evento, en el problema se menciona que el refrigerador presenta fallas en su funcionamiento, suceso que puede ocurrir en la realidad. Se sobreentiende que la temperatura de funcionamiento del refrigerador cambia, y de la tabla de datos se observa que las temperaturas menores a cero grados Celsius están entre -4.8°C y -23.2°C. Así que, la temperatura de funcionamiento normal del refrigerador debe caer en este rango.

Por último, las Preguntas están totalmente separadas de la realidad porque si el refrigerador está averiado la urgencia es arreglarlo y ningún técnico en refrigeración se haría esas preguntas antes de hacerlo funcionar. En síntesis, el problema del contexto de registro de temperatura es NO AUTÉNTICO porque cumple con el Evento, pero no con las Preguntas ni la Información y datos.

Ejemplo Contexto 2

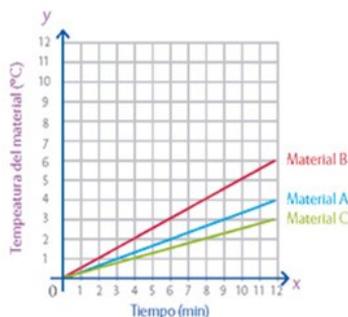
Es un problema de primero de secundaria que plantea el aprendizaje de la razón de cambio de dos magnitudes y de la pendiente de una línea recta, usando el contexto 2. El problema se plantea poner a prueba tres materiales que se usarán como aislantes térmicos en los techos de las casas y se desea saber cuál de ellos se calienta más con el transcurso del tiempo. En la Figura 2 se presenta el enunciado como aparece en el libro de texto.

En términos de la taxonomía de Palm, el problema describe un Evento que tiene una alta probabilidad de ocurrencia en la vida cotidiana, dado que sería normal seleccionar para la construcción de una vivienda, un material para el techo que sirva de aislante térmico y así protegerse de altas o bajas temperaturas, según sea el requerimiento.

Pendiente de una recta

En parejas, resuelvan las siguientes actividades.

- Una constructora puso a prueba tres materiales que se usarán como aislantes térmicos en techos de casas. Se desea saber cuál de ellos se calienta más conforme pasa el tiempo. Para hacer la prueba, se aplica a los materiales una temperatura de 35°C . Después, se inicia la medición de los cambios térmicos que experimenta, por minuto, cada material. Las gráficas muestran el comportamiento de los tres materiales:



- Determinen la razón de cambio en cada caso.

Material A: _____ Material B: _____

Material C: _____

- ¿Cuál de las rectas tiene mayor pendiente, es decir, cuál muestra mayor inclinación?

- ¿Cómo se puede establecer qué recta tiene mayor pendiente a partir de la razón de cambio? _____

Figura 2. Recuperado de un libro de matemáticas para primero de secundaria publicado en el 2018

En relación al aspecto Información y datos, el problema de una forma no específica aplica a los materiales una temperatura de 35°C , a lo que nos cuestionamos ¿qué significa que se aplique una temperatura de 35°C ? ¿Cómo se puede aplicar una temperatura de 35° ? El problema no dice la forma en que se le aplica el calor, se entiende entonces, que los materiales se calientan de la misma manera, es decir, que se le aplica la misma cantidad de calor por unidad de tiempo. Los materiales se van calentando progresivamente, y se empieza a medir los cambios que experimentan los materiales por minuto, pero la forma en la que está redactado el problema hace pensar que se llevaron los tres materiales a 35°C y luego se registra la medición. Lo anterior contradice la gráfica presentada porque se observa un aumento de la temperatura de los metales. Además, el problema no menciona por qué la temperatura inicial de los materiales es 0°C . Por todo lo anterior es confusa la información dada.

Con respecto a las Preguntas formuladas, estas no se conectan con el contexto, son preguntas que no se harían trabajadores de una constructora para decidir por el material que menos se calienta, incluso no invita al estudiante a tener en cuenta el contexto para su solución, como por ejemplo, a tomar una decisión

sobre cuál sería el material más recomendado con base en la razón de cambio de cada material, pedida en la primera pregunta, ni de la pendiente, pedidas en la segunda y tercera, sólo los colocan a operar con los números. En síntesis, los incisos no consideran ninguna toma de decisión relacionada con la finalidad de la constructora, el contexto se desecha y se resuelven las preguntas. El problema es NO AUTÉNTICO porque sólo se satisface el Evento.

Ejemplo Contexto 3

Es un problema de tercero de secundaria que plantea el aprendizaje de la representación gráfica a partir de datos tabulados, usando el contexto proceso de calentamiento y/o enfriamiento con cambio de fase. El problema plantea el calentamiento de una masa de agua con su respectiva medición de temperatura a medida que transcurre el tiempo, cuyos datos se encuentran en una tabla, y se desea saber cuál es la representación gráfica del comportamiento de los datos, además, de describir las fases que se puedan percibir. En la Figura 3 se presenta el enunciado como aparece en el libro de texto.



1. Realiza en tu cuaderno lo que se pide en la actividad.

En un matraz se pone a calentar medio litro de agua y se mide su temperatura conforme pasa el tiempo. Se obtiene la siguiente tabla de datos:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	17
2	17
4	29
6	41
8	54
10	67
12	80
14	95
16	100
18	100

- a) Grafica los datos contenidos en la tabla.
- b) Describe las etapas que se pueden observar en la gráfica:
 - En el tiempo que tarda en pasar de la temperatura ambiente a calentarse, ¿cuánto tiempo permanece constante la temperatura?
 - En la etapa de calentamiento, ¿cómo aumenta la temperatura?
 - Cuando se llega al punto de ebullición, ¿cuánto tiempo permanece constante?

© Nueva México

Figura 3. Recuperado de un libro de matemáticas para primero de secundaria publicado en el 2016

El Evento descrito en el problema tiene una alta posibilidad de ocurrencia en la realidad cuando se calienta agua para hacer un té, por ejemplo, y luego se espera que pasen unos minutos antes tomarlo. Con relación a la Información y datos, los autores no mencionan como se realiza el calentamiento; físicamente no es lo mismo que la parrilla y el matraz inicien su calentamiento al mismo

tiempo, a que el matraz se coloque sobre la parrilla caliente. Es extraño que la temperatura del agua permanezca fija durante los primeros dos minutos del calentamiento, aun cuando el matraz es un conductor pobre del calor.

Además, consideran que el agua alcanzó el punto de ebullición a los 100°C sin decir a que altura sobre el nivel del mar se realizó el experimento. Vea que no tiene sentido la última Pregunta porque una vez que el agua llegue a su punto de ebullición, su temperatura permanecerá constante, hasta que se evapore toda.

No se puede asegurar que los datos del problema no son experimentales porque hace falta más información, como el lugar donde se realizó o si la temperatura inicial del recipiente y el agua coincidían con el ambiente. En síntesis, el problema es NO AUTÉNTICO porque cumple con el Evento y posiblemente con Información y datos.

Conclusiones o reflexiones finales

Los 100 problemas hallados pretenden desarrollar la variación lineal y cuadrática, números enteros y conceptos básicos de estadística usando tres tipos de contextos: registro de temperatura, fenómenos de calentamiento y / o enfriamiento y cambios de la fase sólido-líquido-gas. Observando una mayor presencia del contexto 1 y 2.

En términos de la autenticidad, los siete problemas matemáticos cumplen en su mayoría con el Evento, pero no la Pregunta y la Información y datos porque contienen datos no experimentales, información confusa, uso artificial del contexto y preguntas que nadie en la vida real se formularía.

Por lo anterior, podemos concluir que los problemas analizados de los libros de secundaria tratan de acercar a los estudiantes a la realidad, aunque haya fallas en su formulación. Es importante resaltar que, aunque se hace énfasis en la autenticidad de los contextos en la Nueva Reforma Educativa de la SEP, direccionada a situaciones contextualizadas, reales y significativas donde se haga uso de las matemáticas. Al parecer da lo mismo si se escribió en contextos auténticos o no, porque las Preguntas no están conectadas con el contexto e incluso el Evento y los Datos e información no describen adecuadamente el contexto. La autenticidad no es usada en la redacción del problema.

Por último, siguiendo las ideas de Fan (2013), el análisis de libros de textos debe trascender a la descripción y centrar la atención en explorar su

repercusión en el aprendizaje y la enseñanza, por lo que resulta necesario el desarrollo de esta línea de investigación, especialmente, en el área de matemáticas debido a su uso frecuente en las aulas. Además, las editoriales deberían contar con personal especializado no sólo en matemáticas sino en otras áreas para que se haga un buen uso del contexto en los problemas matemáticos con los que pretendemos que el estudiante aprenda.

Referencias bibliográficas

- Fan, L. (2013). Textbook research as scientific research: towards a common ground on issues and methods of research on mathematics textbooks. *ZDM Mathematics Education*, 45(5), 765-777.
- Mecalux, S.A. (2017). *El aislamiento térmico en las cámaras frigoríficas*. Recuperado de <https://www.mecalux.com.mx/articulos-de-logistica/aislamiento-termico-camaras-frigorificas>
- Palm, T. (2008). Impact of authenticity on sense making in word problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 67, 37-58.
- Palm, T. (2009). Theory of authentic task situations. In B. Greer, L. Verschaffel, W. Van Dooren, & S. Mukhopadhyay (Eds.), *Word and worlds: Modelling verbal descriptions of situations* (pp. 3-19). Rotterdam: Sense Publishers.
- Palm, T. y Nyström, P. (2009). Gender aspects of sense making in word problem solving. *Journal of Mathematical Modelling and Applications*, 1 (1), 59-76.
- Secretaría de Educación Pública (2017). *Aprendizajes claves para la educación integral, plan y programas para la educación básica*. Ciudad de México, México: Autor.