

FORMAS Y USO DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO. UN ANÁLISIS EN COMUNIDADES DE PROFESIONALES Y DE CIENTÍFICOS

Landy Sosa, Julio Yerbes, Melby Cetina, Isabel Tuyub

Universidad Autónoma de Yucatán

México

smoguel@uady.mx, julyer11@hotmail.com, melby_gcv@hotmail.com, isabel.tuyub@uady.mx

Resumen. En el presente artículo se presentan los resultados del análisis de formas y usos del conocimiento matemático que subyacen en torno a ciertas prácticas en una comunidad de Biología Marina y en el área de producción de una empresa. Se trata de un estudio socioepistemológico que se llevó a cabo para identificar el papel del contexto en el uso y funcionalidad de dicho conocimiento en escenarios no escolares, con el propósito de reconocer condiciones socioculturales que posibiliten la transferencia del conocimiento escolar al entorno del estudiante.

Palabras clave: contexto, formas y uso, conocimiento matemático

Abstract. This article presents the results of the analysis of forms and uses of mathematical knowledge about underlying certain practices in a community of Marine Biology and production area of a company. This is a socioepistemologic study that was carried out to identify the role of context in the use and functionality of such knowledge in non-school scenarios, in order to obtain socio-cultural conditions that enable the transfer of school knowledge to the student's environment.

Key words: context, forms and use, mathematical knowledge

Introducción

La transferencia del conocimiento matemático escolar a ámbitos o situaciones fuera de esta por parte de los estudiantes, es una problemática que ocupa a un grupo de investigadores en Matemática Educativa que desarrollan estudios sobre el papel del contexto en los aprendizajes matemáticos, para obtener lineamientos que sustenten la conformación de un programa educativo de matemáticas en bachillerato acorde al contexto de la institución (véase Aparicio, Sosa, Jarero y Tuyub, 2010).

Se asume que el conjunto de condiciones y circunstancias de carácter sociocultural en las que física o simbólicamente se sitúa un hecho o persona, en conjunto con la especificidad de los fenómenos o situaciones que a él acontecen, denomínese a esto el contexto, influye en las formas de pensar, aprender y actuar de los individuos. En particular, los resultados que aquí se presentan corresponden a estudios que se ubican en un nivel de análisis macrosociocultural (interacción institución-sociedad-conocimiento) del papel del contexto en las formas y usos del conocimiento matemático en ámbitos fuera de la escuela.

Se sabe que la matemática adquiere sentido y significación en dominios no escolares como el científico o en prácticas de referencia (Cantoral y Farfán, 2003) en los que se manifiesta su estatus funcional. Por ejemplo, en algunas investigaciones de corte socioepistemológico

(García-Torres, 2008; Tuyub, 2008; Vázquez y Cordero, 2009), se escudriñan los mecanismos y procesos de uso de conocimiento matemático en prácticas científicas, en las cuales se vislumbra el carácter funcional del conocimiento matemático en la toma de decisiones, ejecución de tareas, definición de protocolos o resolución de problemas en el quehacer científico.

Si bien la matemática escolar está al servicio de dominios científicos y prácticas de referencia como las antes citadas, el estatus funcional de la matemática se soslaya en el ámbito escolar. Aunado a lo anterior y en disonancia con la lógica de tratamiento del contenido matemático escolar, en las prácticas científicas, tal como señalan (Cordero y Flores, 2007), los mecanismos de desarrollo del uso de conocimiento en una situación específica se basan en una justificación normada por aquello que le es de utilidad al humano, no en una proposición lógica.

Por otra parte, un aspecto relevante que deriva de tales investigaciones es el reconocimiento de prácticas, como la optimización, que norman el uso y construcción de conocimiento matemático, pero en particular de la presencia de ciertas condiciones socioculturales (el contexto) que inciden en el uso de dicho conocimiento y en el actuar de los individuos, por ejemplo, la interrelación entre personas, las experiencias, la generación de consensos, las situaciones, por citar algunas.

Visto desde estas aristas, en esta investigación la práctica se considera como un medio de análisis para indagar qué relación existe entre lo que se enseña-aprende en la escuela y lo que se usa fuera de ella, más aún, para entender cómo podría vincularse el conocimiento escolar con la realidad. Por tanto, resulta de interés analizar el papel del contexto en los usos y formas del conocimiento matemático fuera del ámbito escolar. Es así que se cuestiona ¿Qué y cómo se usa conocimiento matemático en torno a ciertas prácticas en comunidades no escolares? ¿Cuáles son las condiciones socioculturales asociadas al uso de tal conocimiento?

Marco teórico

Una premisa en esta investigación consiste en la afirmación de que en una práctica (por ejemplo, en un ámbito científico o profesional) no solamente se genera, sino se significa y contextualiza, el conocimiento matemático. Se entiende por práctica lo que se constituye de los procesos y mecanismos que emergen en los usos de conocimiento y quehacer de una comunidad, que posibilitan la constitución o construcción de conocimiento matemático.

Así, la investigación se sustenta en la teoría socioepistemológica que se basa en la tesis de que las prácticas sociales son generadoras de conocimiento matemático y en el estudio de la epistemología de prácticas, es decir, en el estudio de las circunstancias que favorecen o

posibilitan la construcción del conocimiento, concibiendo a la matemática como un conocimiento con significados propios que se construyen y reconstruyen en el contexto mismo de la práctica que realiza el hombre (Arrieta, Buendía, Ferrari, Martínez y Suárez, 2004).

Con este engranaje de ideas, se analiza la relación del contexto con los usos y formas de conocimiento en ciertas prácticas en comunidades no escolares. En el desarrollo del escrito, considérese al uso como “la función orgánica de una situación que se manifiesta por las tareas que la componen” (Cordero y Flores, 2007, p10). La forma del conocimiento matemático se refiere al sentido con que se usa la matemática, no el objeto o su representación, es decir, la forma será aquello que subyace al uso de dicho conocimiento que lo hace asumir cierta representación.

Método de investigación

El desarrollo de la investigación giró en torno a observar el uso y forma de la matemática que subyace en prácticas de contextos no escolares de naturaleza distinta: una *científica*, basada en la investigación y producción de conocimiento; y otra *operativa*, basada en rutinas y actividades laborales.

Las poblaciones de estudio y el método para recabar información se sintetizan en la tabla siguiente:

Práctica	Científica	Laboral
Población	Científicos de una comunidad de Biología Marina	Empleados del área de producción de una empresa
Motivo de elección de la población	Impacto en economía, pesca e industria en la región. Identificación de la matemática y la modelación en sus producciones escritas	Empresa de la región con expansión comercial, diversificación en productos y crecimiento económico. Matemáticas en el área de producción
Técnica de recolección de datos	Análisis de artículos científicos (Robledo y Freile-Peigrín, 2010; Guzmán del Próo, 1993; y Muñoz, Freile-Peigrín y Robledo 2004). Entrevista a un científico de la comunidad	Análisis etnográfico de observación no participante.
Instrumentos	Cuestionario de entrevista semi-estructurada con preguntas sobre la práctica científica, su impacto social y su relación con lo escolar	Listas de cotejo Registro en audio Notas de campo

Tabla I. Población y método de la investigación

Formas y uso de conocimiento matemático en ámbitos no escolares

En actividades del quehacer en las comunidades referidas, la optimización es una práctica que norma la movilización y uso de conocimiento matemático, por ejemplo, en la determinación de las condiciones y el sistema de cultivo con mayor factibilidad para producir un cultivo comercial de cierta especie de alga marina en una localidad costera de Yucatán (en Biología Marina) y en la obtención de productos alimenticios de alta calidad en un menor tiempo y sin desperdiciar material (en el área de producción).

La matemática subyacente en las prácticas observadas se asocia con propósitos relacionados a saberes matemáticos que se espera desarrollar en bachillerato como son: el establecimiento de relaciones entre variables, la modelación de la variación lineal y exponencial, el cálculo de proporciones y el análisis del comportamiento gráfico de funciones. Tanto en la práctica científica como laboral se observó una función social de la matemática en la que ésta adquiere significación según las situaciones y experiencias de los participantes en las prácticas. Véanse los ejemplos siguientes.

En la práctica científica, en el análisis preliminar de la ventana de oportunidades que significa producir cierta especie de alga en México, algunos científicos determinaron cómo ha variado la demanda de dicha especie a lo largo de los años a partir en un análisis global de manera tendencial en un gráfico sobre valores de importación (Imagen 1), asociado a un modelo lineal, que resultó efectivo para explicar la existencia de un aumento o disminución en la demanda.

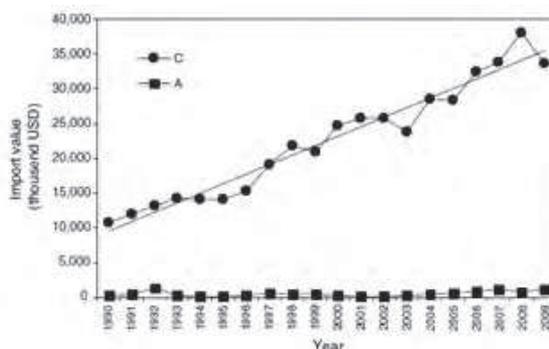


Imagen 1. Gráfico sobre valores de importación en dólares de algas a México para el período 1990-2009.

En este caso, el científico entrevistado otorga un significado a la variación lineal creciente como un modelo de relación entre variables (valores de importación en dólares y años en el periodo), con el que intenta comunicar que la tendencia global en los valores de importación presenta un aumento constante. Tal matemática adquiere sentido en el contexto del quehacer de los biólogos marinos, pues éstos lo traducen en términos de “incrementos o aumentos en la demanda de caragénina (producto derivado de una especie de alga) en México”.

Con ese tipo de modelos matemáticos establecen justificaciones: “la industria de la especie de alga en México ha crecido mucho porque se utiliza en la industria cárnica y láctea”, y conclusiones: “si la industria del alga crece, la demanda por su materia prima crece... si hay mayor demanda... tiene que haber más ofertas y las ofertas están en la producción de algas a partir del sistema productivo costero”, que le serán de utilidad en la toma de decisiones y para mostrar la pertinencia de su investigación.

En otra actividad científica, se usó la matemática en una prueba de cultivo piloto del alga con el propósito de inferir el rendimiento en su crecimiento bajo cierto sistema de cultivo y en cierta zona costera de Yucatán, para así determinar su productividad y comprobar la viabilidad de su cría comercial. Entre las tareas realizadas se encuentra el registro de los datos de la tasa de crecimiento del alga por día, ajuste de éstos a un modelo gráfico (Imagen 2) que represente el crecimiento según los días de cultivo y estimar su productividad en un área mayor, a partir del promedio de datos.

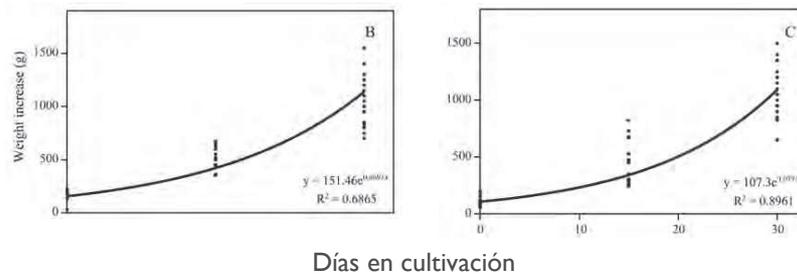


Imagen 2. Curvas exponenciales de crecimiento de cierta alga después de 30 días de cultivo (Muñoz, Freile-Pelegrín y Robledo, 2004)

En la descripción del proceso de crecimiento de una especie de alga marina (Imagen 2), los modelos gráficos representan una variación exponencial que adquirió significado para los científicos como un modelo de relación entre variables reales continuas cuyo comportamiento presenta variaciones de rápido crecimiento.

En la práctica laboral, con base en las experiencias de los empleados ante ciertas situaciones en las tareas de producción, se usan estrategias y argumentos matemáticos para resolver problemas y realizar actividades de la rutina de trabajo. Por ejemplo, se detectó el problema del mal funcionamiento de una máquina con la que se terminaba de elaborar un producto, cuando se observó que el tamaño de cada producto era mayor al esperado. Ante tal situación, un par de empleados establecieron relaciones entre la medida de longitud de un empaque de la máquina y el tamaño del producto, según la cantidad de materia prima requerida en su elaboración. El análisis visual de la correlación entre las variaciones de estas medidas favoreció

generar un argumento matemático que permita determinar la longitud adecuada del empaque para solucionar el problema.

En otra parte del área de producción, en un determinado momento, cuando se terminó de elaborar la masa de cierto producto, se percibió que tenía un ingrediente extra. Debido a que una norma de la empresa es no desperdiciar material y que la producción no se retrase, se reunieron un grupo de trabajadores para resolver el problema. Para ello usan estrategias matemáticas de experimentación y estimación para proponer una solución al problema. Después de aplicarla se reúnen analizan su impacto y se determina que esa solución no funcionó, de manera que se propone otra solución que consistió en combinar porciones de la masa de dos productos. Esta estrategia se aplica y se obtienen resultados favorables. Posteriormente, se identifica cuál fue el ingrediente extra que se agregó a la masa.

Así, la forma de la matemática en una práctica es como un generador de argumentos para legitimar un resultado, tomar una decisión o validar un dato a través de consensos de los miembros en las comunidades.

Por ejemplo, en Biología Marina los modelos gráficos con funciones, por citar algunos, se usan en el análisis tendencial de información sobre los valores de importación de algas (Imagen 1) como argumento para decidir sobre la viabilidad de una planta comercial de cultivo algas en el país. También, se usan en la predicción matemática sobre el crecimiento de algas como argumento (Imagen 2) para validar la elección del cultivo de cierta alga según su rendimiento.

En lo que respecta al área de producción de la empresa, en la resolución de un problema, la matemática se convierte en un argumento para determinar las proporciones de ingredientes que permitan contrarrestar el efecto de un ingrediente extra en la elaboración de cierto producto, así como para analizar el efecto que producen los ingredientes en una mezcla y descartar otros, por mencionar un ejemplo. En los dos tipos de comunidades se usa la matemática como una herramienta para tomar decisiones consensuadas y sustentadas.

Los argumentos matemáticos posibilitan que haya interacción entre los usos de conocimiento matemático identificados en la práctica de optimizar en Biología Marina, tales como: analizar información, experimentar, predecir y tomar decisiones.

En ambas comunidades, científica y profesional, se reconoce la presencia de factores socioculturales que influyen en los usos del conocimiento matemático, tales como las experiencias situadas, las situaciones, las intencionalidades y necesidades de las actividades, la generación de consensos, la identidad como comunidad y las formas de interacción, mismos

que contribuyeron a la realización efectiva de actividades en el quehacer de los individuos en las comunidades.

Conclusiones

La forma de uso de la matemática deviene de la práctica. En los usos del conocimiento matemático se construyen y determinan los significados de la misma a partir de establecer una relación dialéctica entre las experiencias situadas de los individuos, la matemática y su función en actividades de naturaleza social.

Con base en esta dialéctica se constituye un marco de referencia matemático que integra el uso de la matemática y su forma, es decir, dicho marco permite a las personas decidir que matemáticas usar, cómo y por qué en un contexto específico. De manera que, la función social de la matemática se ve reflejada como una herramienta para entender y explicar los fenómenos y situaciones a los que se enfrenta el individuo en su vida cotidiana, científica y profesional. Lo anterior hace considerar la función social de la matemática como una condición y vía para que el conocimiento matemático escolar pueda transferirse a contextos no escolares.

Referencias bibliográficas

- Aparicio, E., Sosa, L., Jarero, M. y Tuyub, I. (2010). Conocimiento matemático. Un estudio sobre el papel de los contextos. En Rodríguez y Aparicio (Eds.), *Memoria de la XIII Escuela de Invierno en Matemática Educativa*. (pp. 167-174). México: Red de Centros de Investigación en Matemática Educativa.
- Arrieta, J., Buendía, G., Ferrari, M., Martínez, G. y Suárez, L. (2004). Las prácticas sociales como generadoras del conocimiento matemático. En L. Díaz Moreno. (Ed). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 17(1)*, (418-422) México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Cantoral, R. y Farfán, R. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa 6(2)*. 161-193.
- Cordero, F. y Flores, R. (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.
- García-Torres, E. (2008). *Un estudio sobre los procesos de institucionalización de las prácticas en ingeniería biomédica. Una visión socioepistemológica*. Tesis de Maestría no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. México.

- Guzmán del Prío, S. (1993). Desarrollo y perspectivas de la explotación de algas en México. *Cienc Pesq (México)* 9, 129– 136.
- Muñoz, J., Freile-Peigrín, Y. y Robledo D. (2004). Mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) color strains in tropical waters of Yucatán, México. *Aquaculture* 239, 161–177.
- Robledo, D. y Freile-Peigrín, Y. (2010). Prospects for the cultivation of economically important carrageenophytes in Southeast Mexico. *Journal of Applied Phycology* DOI 10.1007/s10811-010-9585-8.
- Tuyub, I. (2008). *Estudio socioepistemológico de la práctica toxicológica: un modelo de la construcción social del conocimiento*. Tesis de Maestría no publicada, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN. México.
- Vázquez, E. y Cordero, F. (2009). Funcionalidad de la estabilidad en biología. Un estudio socioepistemológico. En Buendía y Castañeda (Eds.), *Memoria de la XII Escuela de Invierno en Matemática Educativa*, (pp. 250-260). México: Red de Centros de Investigación en Matemática Educativa.