

## LA RESIGNIFICACIÓN DE GRÁFICAS LINEALES. EJEMPLOS DESDE UNA COMUNIDAD DE INGENIERÍA

Isabel Tuyub Sánchez, Gabriela Buendía Ábalos

CICATA (México)

isabel.tuyub@correo.uady.mx, buendiag@hotmail.com

**RESUMEN:** En el presente escrito se presentan dos ejemplos extraídos de una comunidad de una maestría en ingeniería sobre cómo, mediante dos tipos de usos de las gráficas cartesianas (organización de información y mostrar procedimientos), se resignifican ciertos conocimientos matemáticos por medio de la dialéctica entre el funcionamiento y la forma de las gráficas presentes en dichos usos. Se muestra que es por medio de la resignificación de puntos de referencia que se puede dar cuenta de la construcción de conocimiento matemático asociado al uso de la gráfica como argumento visual.

**Palabras clave:** usos, resignificación, gráficas, ingenieros

**ABSTRACT:** This paper shows two examples obtained in a Master's degree course in engineering. The examples show how by means of two types of Cartesian graphs use (information arrangement and procedure showing), certain mathematical knowledge meanings are renewed by the dialectics between functioning and form of the graphs present in such uses. It is evident that it is precisely by the renewal of the meaning of reference points that it is possible to recognize the mathematical knowledge building associated to the graph use as a visual argument.

**Key words:** uses, meaning renewal, graphs, engineers

## ■ Introducción

Se reconoce que en la enseñanza tradicional no es claro cómo se adquieren los significados de las nociones matemáticas y que permeen en una globalidad de estudiantes en su cotidiano. Por otro lado la sociedad, desde un punto de vista profesional o científico, no identifican los saberes matemáticos inmersos que son fuente clave para la realización de ciertas prácticas en una comunidad de aprendizaje. Estos dos escenarios son naturalmente distintos, sin embargo, el primero debe impactar en el segundo, pues el fin de la educación es profesionalizar y el segundo debe dar indicios de qué elementos deben prescindir en el primero. Pero la pregunta sin responder es cómo. Estamos convencidos que más contenidos matemáticos no es la solución, si no el desarrollo de pensamiento matemático, para ello se requiere de una matemática funcional que le proporcione significados al estudiante, este tipo de significados se pueden encontrar presentes en contextos profesionales, cotidianos y científicos, véase por ejemplo Tuyub y Cantoral (2012), Zaldívar y Cordero (2012) y Gómez (2015).

La intención del artículo es evidenciar con algunos ejemplos la resignificación del uso de las gráficas cartesianas de variación y cambio por medio de tareas representativas de la comunidad de estudio: la maestría en ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, una del tipo científica académica de las más prestigiadas de México. Para ello se consideró apoyo de la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (TSME), la cual modela la construcción social de conocimiento matemático, es decir, considera dicha construcción desde un punto de vista situacional, tomando elementos como el contexto, la individualidad de los estudiantes, su ciudadanía, las relaciones que se presentan dentro de una comunidad, las afecciones y concepciones hacia la matemática, entre otros elementos de corte sociocultural; todo ello para entender cómo se construye y por qué de esa manera cierto conocimiento matemático (Cantoral, 2013). Lo que se rescata es la forma de organizar el uso de conocimiento matemático y dar paso a reflexionar sobre la matemática funcional como aquella matemática con sentido y significado para quien la usa (Cantoral, 2013).

La TSME le apuesta al saber matemático como un conocimiento en uso y problematiza dicho conocimiento, donde la práctica de referencia aparece como elemento principal sobre el cual se interrelacionan tres elementos esenciales: un uso que se fomenta en dicha práctica de referencia, un usuario, ya sea un individuo o una comunidad, y los contextos socioculturales de significación (Cantoral, 2013). Para nuestra investigación la *práctica de referencia* es la práctica de la comunidad, ahí se concentra cuál es el interés de ésta por producir conocimiento y cómo; el *usuario* la comunidad de la maestría en ingeniería compuesta por ingenieros, arquitectos y biólogos distribuidos en aprendices y expertos para el estudio de la ingeniería en construcción, estructuras y ambiental; dentro de *los contextos socioculturales de significación* se identifican dos tipos de uso: el de la organización de la información y el de procedimientos y técnicas. En dichos contextos es donde la comunidad significa su práctica expresada en tareas claves que realiza para fomentar sus productos de investigación y darle sentido al estudio del uso de gráficas situado. El *uso* se explicitará por medio de la identificación de las interrelaciones entre el *funcionamiento* y la *forma* de la gráfica (Cordero, 2008,

Suárez, 2008; Cordero, Cen, Suárez, 2010; Buendía, 2010, Buendía, 2011). El funcionamiento se entenderá como el cómo y para qué le sirve la gráfica a la comunidad, la forma la apariencia perceptible del objeto (gráfica), así como cuáles son las maneras en la que dicha comunidad actúa sobre éste, en qué se fijan para analizar, argumentar y cómo, es decir qué de lo que veo de la gráfica se utiliza. Por tanto el carácter situacional del uso debe ser con respecto a tareas, las cuales se pueden rescatar (categorizar) por el cómo usan.

Cuando se estudia el uso, la *resignificación* es un elemento clave que puede evidenciarse en éste. La definiremos como la reconstrucción de significados asociados a un conocimiento matemático, el cual puede evidenciarse mediante el uso de dicho conocimiento en un contexto específico en el que se significa por una persona o comunidad. Se cree que ésta es una herramienta que permitirá la reconceptualización de saberes matemáticos (Domínguez, 2003; Ferrari y Farfán, 2004; Rosado, 2004; Biehler, 2005; García, 2007, Alfonso y Balda, 2010).

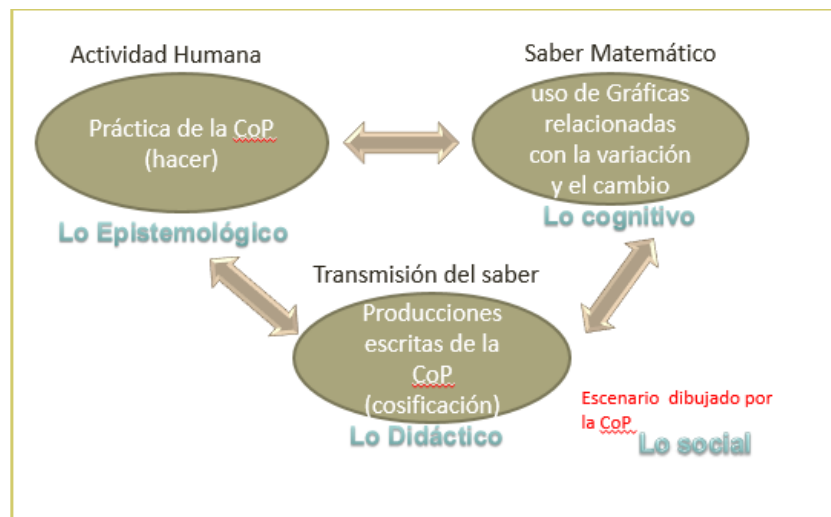
Se eligió la TSME debido a que provee un marco funcional sobre el desarrollo del uso de las gráficas, señala una relación dialéctica entre el funcionamiento de la gráfica y su forma en situaciones específicas (Buendía y Cordero, 2005). Permite la perspectiva de considerar a las gráficas como un saber continuo y funcional, consideradas como una manifestación del uso del conocimiento matemático a través de sus funcionamientos y formas (Cordero, 2008; Cordero y Flores, 2007); además es un tipo de modelación que trasciende y se resignifica, con lo que transforma al objeto en cuestión (Cordero, 2006).

## ■ Materiales y métodos

Para la obtención de los datos, se utilizó una metodología cualitativa con investigación no participante; se grabaron clases, seminarios y se analizaron textos como artículos de investigación y tesis en diferentes ambientes que presenta la comunidad. Para ello se dedujo a la comunidad de la Maestría en Ingeniería como una Comunidad de Práctica (CoP), en el sentido de Wenger (2001), cuyo objetivo es construir conocimiento científico del corte ingenieril en el que entre aprendices y expertos se fomenta una negociación de significados, en el que los productos de proyectos finales, tesis de maestría y artículos de investigación publicados por dichos aprendices y expertos de la Comunidad de Práctica fueron pieza clave para analizar su quehacer (Tuyub, Martínez y Buendía, 2011).

Las gráficas lineales fueron un medio transversal para analizar el que hacer de la comunidad. Por medio de los constructos teóricos socioepistemológicos *funcionamiento* y *forma* se pudieron categorizar dos tipos de usos: *la organización de la información* cuyo impacto radica en la comprobación de hipótesis al comparar dos comportamientos, donde la literatura es la base, por ejemplo una norma, una hipótesis teórica; *el uso de procedimientos y técnicas* cuando la lectura de la gráfica permite predecir y tomar decisiones mediante la manipulación de ciertos elementos de la gráfica. Al final de cuentas estos dos tipos de usos se emplean, en su mayoría, para comprobar resultados.

Para el análisis de resultados se optó por una unidad de análisis, la cual fue tomada de la TSME (Montiel y Buendía, 2011), presentada en la Figura 1, en la que se muestran los elementos considerados en nuestra investigación, tomando a lo *cognitivo* como el saber matemático elegido, el cual es abordado en el uso de las gráficas cartesianas relacionadas con la variación y el cambio, lo *epistemológico* como el quehacer de la Comunidad de Práctica, lo *didáctico* en las producciones escritas de la CoP, a lo que dentro de las comunidades de práctica denominan la cosificación que es la explicitación de los procesos de una comunidad manifestados en algo físico que permite el continuo del conocimiento de esa comunidad.



**Figura 1.** Unidad de análisis basado en Montiel y Buendía (2011)

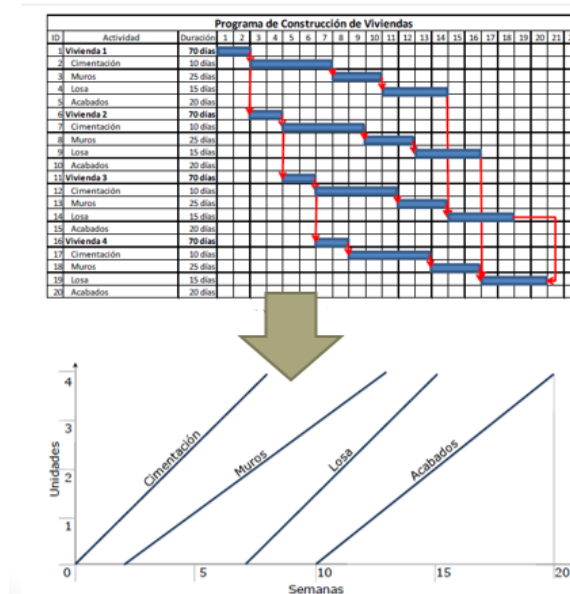
### ■ Análisis de los ejemplos

Con respecto al *uso de la organización de la información*, existen diferentes formas de ordenar datos que proporcionan de cierta manera información útil para la comunidad, ya sea datos de la realidad, o dada una forma de leerlos a otra que ellos consideran óptima con respecto a la anterior.

Como primer ejemplo se tiene la tarea de *ordenar la información de un programa de obra a una gráfica de líneas de balance*. El programa de obra es el que se aprecia en la parte superior de la Figura 2, esto es un plan de carácter indicativo con previsión del tiempo. Algunas tareas se pueden hacer en la misma fecha y se puede apreciar con las líneas horizontales que están en una misma columna. Lo que se hace es dado una lista de actividades, que se presenta en la primera columna, que se requieren realizar para la construcción de una vivienda en determinado tiempo, medido por semanas (primera fila). Se considera una gráfica cartesiana, por tener un punto y ejes de referencias, el inicio en días de

la obra, cada actividad (tarea a realizar) señalada en cada fila de la primera columna, respectivamente; es de variación y cambio porque las actividades a realizar tiene un lapso de tiempo a cubrir (señalado por el tamaño de las barras horizontales), así como nexos de continuidad entre una tarea y otra (distinguido con flechas de conexión).

Las líneas de balance, como se aprecia en la parte inferior de la Figura 2, muestran el “ritmo” de trabajo al cual debe ser realizadas todas las actividades que conforman un proyecto para concluirlo de acuerdo a lo programado, expresa no sólo los tiempos planeados para la entrega de viviendas sino el cómo deben ser cumplidos esos tiempos (en términos de ritmos): “una gráfica de LDB no muestra relaciones directas entre actividades individuales; muestra una relación de resultados entre las diferentes operaciones y cómo cada operación debe ser completada a un ritmo particular para que la subsecuente proceda al ritmo requerido” (Loria, 2013, p.7).



**Figura 2.** Ejemplo de un programa de obra a una Línea de Balance en la construcción de viviendas. Ejemplo de organización de la información.

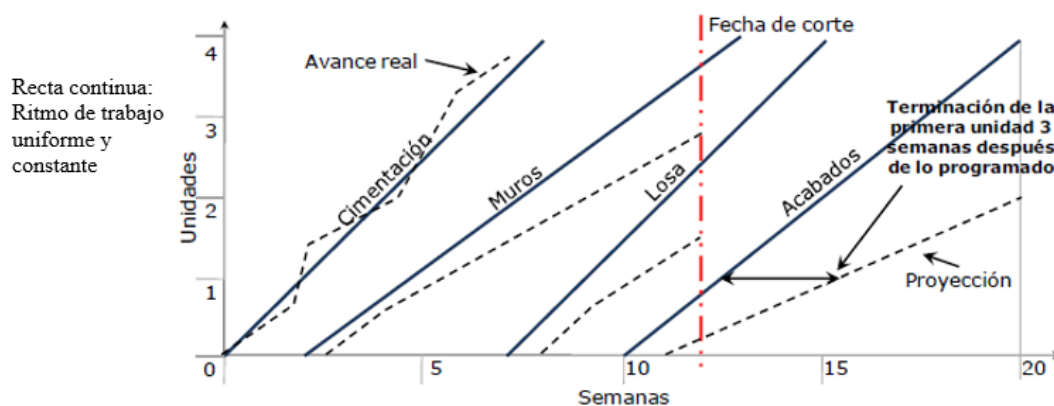
El impacto de la tarea es que proporciona información de manera simplificada para medir avances de programación (rendimientos) de actividades repetitivas con un enfoque de sistemas (grupos). Se observa en el eje de las ordenadas la cantidad de elementos a construir. En el eje de las abscisas están las actividades comunes, pero realmente se miden tiempos para cada actividad, como varios ejes x representados en una sola representación. El rendimiento es representado por la pendiente de los elementos lineales que representan el ritmo de ejecución de la actividad en cada uno de los

elementos a construir y también se puede leer como conjunto, cómo se está comportando uno con respecto a otro.

La *forma* de la gráfica radica en la lectura de la información para identificar procesos que se repiten una y otra vez en las construcciones de casas y sistematizar tareas de una producción en masa (de manera óptima) que involucra una línea recta por tarea, dichas rectas se distinguen unas de otras por el punto inicial y sus pendientes que reflejan el ritmo de producción de cada tarea, es decir, al cómo se espera que se desarrollen. La gráfica *funciona* como un medio de optimización de la lectura para planear construcciones que demanden procesos que contienen tareas que se repiten, esta planeación se da finalmente en términos de ritmos representados hipotéticamente por líneas rectas.

Con respecto al uso de mostrar procedimientos y técnicas, como el segundo ejemplo se tiene la obtención de las *líneas de balance* como una técnica para mirar en una sola línea un gran número de actividades comunes cuya pendiente representa el ritmo de trabajo bajo el cual deben realizarse todas las actividades que en conjunto conforman un proyecto de ingeniería determinado para concluirlo en un tiempo programado. La tarea es *corregir la demora de avance real de un proyecto de construcción de viviendas*.

En la Figura 3 se muestra la gráfica como técnica para predecir comportamientos del proceso de construcción de viviendas que se construyen en serie, es decir que llevan el mismo procedimiento, como podrían ser viviendas de fraccionamientos (un proyecto), la cual permite entender globalmente la construcción y no sólo determinarla por actividades. Las líneas continuas muestran lo planeado, mientras que las líneas punteadas el avance real y la fecha de corte es el punto en el que se analiza para la toma de decisiones.



**Figura 3.** Ejemplo de un programa actualizado con Líneas de Balance para la construcción de viviendas.

La forma de la gráfica radica en la lectura, verticalmente se aprecia un corte entre las semanas 10 y 15, punto clave para extrapolar con base al ritmo el cómo se está alejando lo real de lo programado, en términos de las pendientes de las rectas punteadas al aproximarse a líneas continuas con base a la disminución o incremento del ritmo de realización de las actividades; por ejemplo, una decisión que podría tomar es que la demora podría corregirse al incrementar los ritmos de producción de los muros, la losa y acabados, al incrementar la eficiencia o recursos necesarios a aquella actividad donde no se está logrando la producción esperada. Horizontalmente es en términos de las unidades de las viviendas a construir, del tiempo de cada una de las etapas que se requieren para la construcción. El funcionamiento es tomar decisiones y predecir al extrapolar fechas de terminación del proyecto apegándose a lo planeado.

### ■ Discusión

Ingenieros miran la misma gráfica, pero argumentan debido a las formas que le interesan de ella y de esta manera dan cuenta del funcionamiento de dicha gráfica para lo que requieren. Las gráficas tienen un uso que se desarrolla situacionalmente de tal manera que es factible explorar la naturaleza del conocimiento matemático involucrado y favorecer su resignificación. Uno de los elementos principales que se rescata de esta comunidad es el uso de las gráficas lineales como una herramienta visual poderosa de validación de resultados o comprobación de hipótesis.

Se puede notar con la evidencia sobre la resignificación del uso de las gráficas algunos matices de la noción de la linealidad. Con respecto al primer ejemplo la *resignificación del uso de la gráfica* se manifiesta al momento de su lectura global de un conjunto de curvas lineales rectas, al ponerse en juego sus pendientes para la determinación de éstas, ritmos de trabajo constantes, uniformes e invariantes parecen ser considerados para una planeación de un proyecto de la Comunidad de Práctica, que se asocian con la linealidad de las curvas manifestadas; esta representación de rectas posiblemente sea porque las actividades se suponen desarrollarse en condiciones óptimas. En el segundo ejemplo lo que se resignifica en el uso de la gráfica es la noción de pendiente como ritmo de producción, aumento o disminución del ritmo implica gráficamente una pendiente mayor o menor, respectivamente; así como la linealidad, al intentar aproximar lo real a lo hipotético. No les interesa tener un ritmo mayor que el planeado sino acercar la realidad al plan.

De ahí que la resignificación de la linealidad se da mediante el uso de las pendientes y puntos de referencia en las gráficas cartesianas de una comunidad de ingenieros, como elementos esenciales para el desarrollo de supuestos. Cabe mencionar que en el aula solo se aborda la ecuación de la línea recta y no sobre la importancia de un comportamiento lineal.

La discusión que se pone en la mesa es que realmente hay una resignificación del uso de las gráficas lineales, y que no es el convencionalmente que se trabaja en el contexto escolar, además en dicha resignificación también los elementos de la gráfica y las formas y funcionamientos de ésta también se resignifican (progresivamente), así como rescatar nociones matemáticas involucradas que de la misma

forma se resignifican. Por lo que la resignificación del uso de las gráficas es una herramienta poderosa para poder rescatar ciertos elementos que sean de interés para el investigador con determinada intención, como es el rescatar nociones para desarrollar el pensamiento matemático en el aula.

### ■ Referencias Bibliográficas

- Alfonso, E. y Balda, P. (2010). *La modelación como herramienta para la resignificación de la función*. Tesis de maestría no publicada, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.
- Biehler, R. (2005). Reconstruction of meanings as a didactical task: the concept of function as an example. En J. Kilpatrick, C. Hoyles, & O. Skovsmose (Eds.). *Meaning in Mathematics Education* (pp. 61-82). USA: Springer.
- Buendía, G. & Cordero, F. (2005). Prediction and the periodic aspect as generators of knowledge in a social practice framework. A socioepistemological study. *Educational Studies in Mathematics. Kluwer publishers 58(3)*, 299-333.
- Buendía, G. (2010). Una revisión socioepistemológica acerca del uso de las gráficas. En G. Buendía (Ed.). *A diez años del posgrado en línea en Matemática Educativa en el Instituto Politécnico Nacional* (pp.21-40). México: Colegio Mexicano de Matemática Educativa AC.
- Buendía, G. (2011). El uso de las gráficas en la matemática escolar: Una mirada desde la socioepistemología. *Premisa 13(48)*, 41-50.
- Cantoral, R. (2013). *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre la construcción social del conocimiento*. Barcelona, España: Gedisa.
- Cordero, F. (2006). La modellazione e la rappresentazione grafica nell'insegnamento-apprendimento della matematica. *La Matematica e la sua Didattica 20 (1)*, 59-79.
- Cordero, F. (2008). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica. En R. Cantoral, O. Covián, R.M. Farfán, J. Lezama, A. Romo (Eds.). *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un reporte Iberoamericano* (pp. 285-309). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A. C. y Díaz de Santos S.A.
- Cordero, F., Cen, C. y Suárez, L. (2010). Los funcionamientos y formas de las gráficas en los libros de texto: una práctica institucional en el bachillerato. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa 13(2)*, 187-214.
- 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, M. (2007). Resignificando el concepto de función lineal en una experiencia educativa a distancia. Un estado del Arte. Tesis de maestría no publicada, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.
- Gómez, K. (2015). *El fenómeno de la opacidad y la socialización del conocimiento. Lo matemático de la ingeniería agrónoma*. Tesis de doctorado no publicada, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México.
- Domínguez, I. (2003). *La resignificación de lo asintótico en una aproximación socioepistemológica*. Tesis de maestría no publicada. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México.
- Ferrari, M y Farfán, R. M. (2004). La covariación de progresiones en la resignificación de funciones. En L. Díaz (Ed.). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 17*, 145-149. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Loría, J. (2008). Programación de obras con la técnica de líneas de balance. Recuperado de <http://www.ai.org.mx/ai/archivos/coloquios/regional-zona7/Programacion%20de%20Obras%20con%20la%20Tecnica%20de%20la%20Linea%20de%20Balance.pdf> el día 3 de septiembre de 2014.
- Montiel G. y Buendía, G. (2011). Propuesta metodológica para la investigación socioepistemológica. En L. Sosa, R. Rodríguez y E. Aparicio (Eds.). *Memorias de la XIV Escuela de Invierno en Matemática Educativa*, 443- 454. México: Red de Centros de Investigación en Matemática Educativa A.C.
- Rosado, P. (2004). *Una resignificación de la derivada. El caso de la linealidad del polinomio en la aproximación socioepistemológica*. Tesis de maestría no publicada, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México.
- Suárez, L. (2008). *Modelación-Graficación. Una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico*. Tesis de doctorado no publicada, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México.
- Tuyub, I. y Cantoral, R. (2012). Construcción social de conocimiento matemático: Obtención de genes en una práctica toxicológica. *Boletim de Educação Matemática 26(42)*, 311 – 328.
- Tuyub, I., Martínez G. y Buendía G. (2011). La comunidad de formación científica hacia una comunidad de práctica. En G. Buendía (Ed.). *Reflexión e investigación en Matemática Educativa* (pp.159- 190). México: Lectorum.
- Wenger, E. (2001). *Comunidades de Práctica. Aprendizaje, significado e identidad*. Barcelona: Paidós.
- Zaldívar, D. y Cordero, F. (2012). Un estudio socioepistemológico de lo estable: consideraciones en un marco de la divulgación del conocimiento matemático. En O. Covián, Y. Chávez, J. López, M. Méndez, A. Oktaç (Eds.). *Memorias del Primer Coloquio de Doctorado*, (pp. 203 – 212), México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.