

# UNA EPISTEMOLOGÍA BASADA EN LA TRANSVERSALIDAD DE LOS USOS DE LA GRÁFICA DE UNA COMUNIDAD DE INGENIEROS QUÍMICOS INDUSTRIALES

*Irene Pérez-Oxté, Francisco Cordero Osorio*

## Resumen

El presente reporte de investigación se circunscribe en un programa Socioepistemológico cuyo objeto de estudio son los *usos del conocimiento matemático* en el reconocimiento de otra epistemología y de naturaleza diferente a la del discurso matemático escolar. El objetivo consiste en la construcción de una epistemología de la transversalidad del uso de la gráfica de los ingenieros químicos industriales. Las situaciones de variación, transformación y selección son los ejes de esa epistemología, la cual se pone en evidencia en el modelo de comunidad de conocimiento matemático de ingenieros químicos industriales.

**Palabras clave:** Usos del conocimiento, Transversalidad, Socioepistemología.

## Introducción

Entender la naturaleza de la problemática de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas considera dimensionarla a partir de tres ejes: el *discurso matemático escolar (dME)*, el reconocimiento de un *sujeto olvidado* y la *pluralidad epistemológica*.

El *dME*, en términos generales, norma y legitima la construcción de la matemática escolar única y exclusivamente a través de los conceptos matemáticos. Esto en desmedro de la funcionalidad que juega la matemática escolar en la vida cotidiana de los ciudadanos (Gómez, Silva, Cordero y Soto, 2014).

El *sujeto olvidado* ante tal discurso hegemónico se traduce en términos de los usos del conocimiento matemático que hacen de la matemática una matemática funcional. Se supone que la enseñanza de la matemática es para que el estudiante mejore su cotidiano, pero lo que se le enseña en la escuela no responde a las situaciones del cotidiano, y peor aún, el conocimiento del cotidiano no se parece nada al de la escuela. Así, existen dos epistemologías: la de la vida y la de la matemática escolar. No se conocen, ni mucho menos dialogan entre ellas, pero el conocimiento legitimado por la sociedad, en este contexto, es el de la escuela. Todo esto conlleva un fenómeno más: la opacidad del conocimiento de la vida cotidiana (Cordero, 2013).

Bajo este panorama, se reconoce, que no existen marcos de referencia (MR) en la que se resignifiquen usos de la matemática bajo la construcción social del conocimiento matemático, es decir, debe significar que la matemática escolar se fundamente en la *pluralidad* del conocimiento matemático y, por ende, forme parte de los MR para su enseñanza y aprendizaje (Gómez, Silva, Cordero y Soto, 2014).

La construcción de los MR está en la pertinencia de realizar estudios transversales en la escuela, el trabajo y la ciudad para recuperar los usos del conocimiento matemático de tal

suerte que se construyan epistemologías y que se traduzcan en situaciones de aprendizajes para el aula.

Ante tal panorama, la investigación reconoce el fenómeno de opacidad de los usos del conocimiento matemático y la pertinencia de construir una epistemología que rescate los usos opacados por el *dME*.

Así, el objetivo de la investigación fue construir una epistemología de usos a la luz de una transversalidad del conocimiento matemático. Se consideró el desarrollo de usos de la gráfica que emerge ante una problemática a la que se enfrenta una comunidad de ingenieros químicos industriales. Para formular la epistemología se realizó una articulación de tres situaciones: Variación, Transformación y Selección a la luz del desarrollo de usos de esa comunidad de conocimiento matemático.

### **Un programa socioepistemológico**

El reporte de investigación se enmarca en un programa de investigación dentro de la teoría Socioepistemológica cuyo objeto de estudio son *los usos del conocimiento matemático* en el reconocimiento de *otra epistemología* de naturaleza diferente a la del discurso matemático escolar.

La postura respecto a la Matemática está en la funcionalidad de la misma, es decir, se cuestiona qué matemática y no qué es la matemática. Esto abre un panorama a reconocer varios conocimientos, por ejemplo, el de la obra matemática, la matemática escolar, la matemática de otras disciplinas e inclusive la matemática del cotidiano, es decir, el conocimiento matemático que construye la gente.

En Cordero (en prensa) se considera lo anterior como el objeto de estudio de la Matemática Educativa a través de estudios transversales en diferentes escenarios como son, la escuela, el trabajo y la ciudad. Donde, se reconocen usos que son resignificados en situaciones específicas y donde la mayoría de las veces la matemática no es el objeto de estudio. Así, la discusión se centra en construir una Matemática Funcional.

Para efectos de la investigación, se consideró la categoría Modelación – Grficación que responde a lo que es de utilidad a lo humano en una situación específica, en este caso, la argumentación de la predicción, el comportamiento tendencial y la optimización en la articulación de tres situaciones: Variación, Transformación y Selección. Con esto se construyó una epistemología donde intervienen significaciones o resignificaciones con sus respectivos procedimientos que se van construyendo de acuerdo con las operaciones que los participantes son capaces de hacer, con las condiciones que ellos son capaces de capturar y transformar y con los conceptos que van construyendo progresivamente (Cordero, en prensa).

### **El constructo comunidad de conocimiento matemático de la ingeniería química**

Se retoma el trabajo de Torres (2013) como dato para realizar la investigación que aquí se reporta y hacer un estudio de transversalidad dentro de un programa de investigación socioepistemológico.

Dicha investigación está situada en un escenario del *trabajo* donde se reporta una epistemología que está normada por los *usos del conocimiento* de una *comunidad* de ingenieros químicos industriales.

De ahí que se consideró construir una *epistemología* de la *funcionalidad* del *conocimiento matemático* en una situación específica *desde el cotidiano* del ingeniero químico industrial.

En primera instancia se reconoce a una comunidad de ingenieros químicos en términos del conocimiento que construyen en el seno de su comunidad. Así, se reconocen tres elementos: Reciprocidad, Intimidad y Localidad. Otro aspecto, son los ejes transversales de la Institucionalización y la Identidad que distinguen a esta comunidad de conocimiento de otras. En la Figura 1 se observan dichos elementos que posicionan a la comunidad como una comunidad de conocimiento matemático.

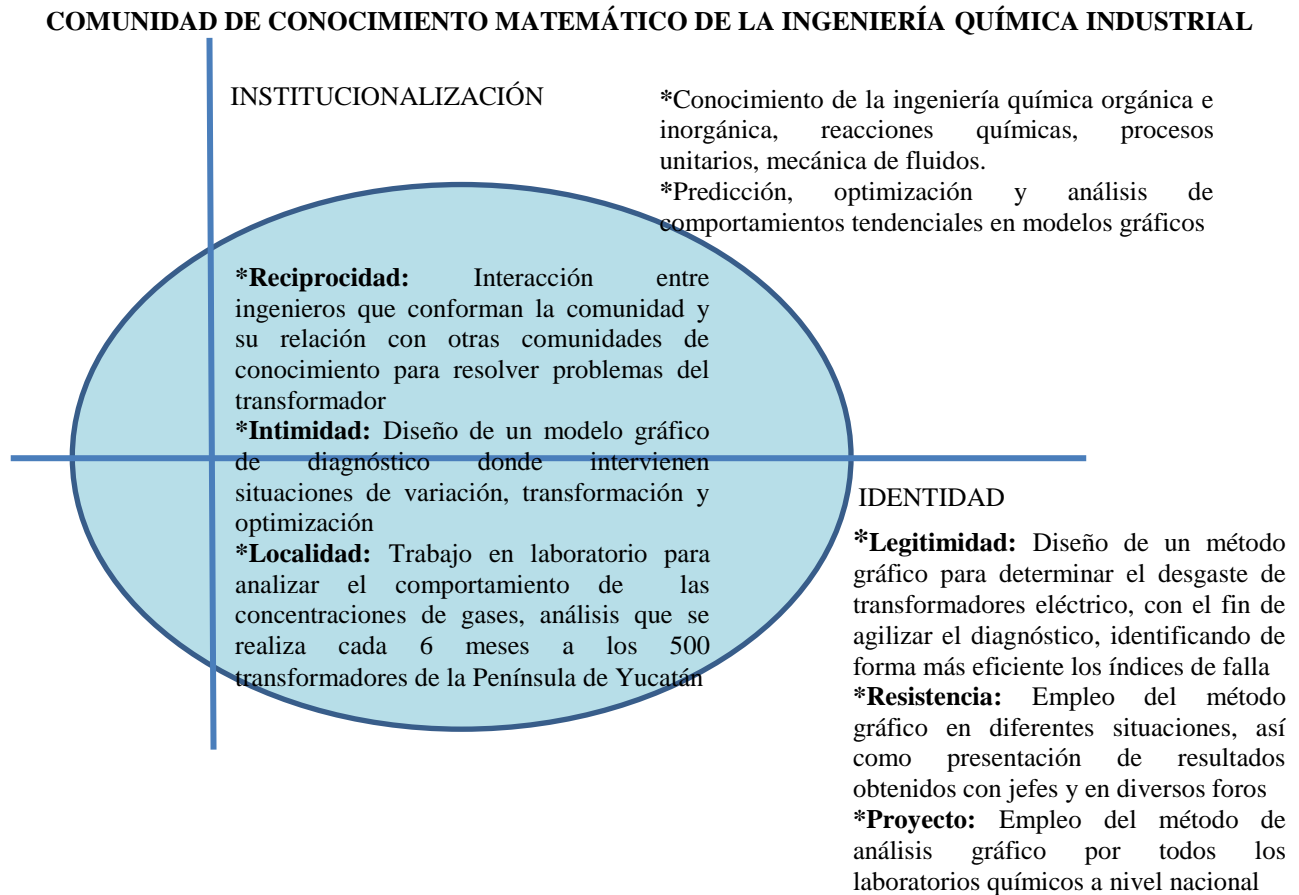


Figura 1. Modelo de comunidad de conocimiento matemático del ingeniero químico industrial (Torres, 2013).

Cabe resaltar que el núcleo de la situación específica identificado en la Comunidad de Conocimiento Matemático del Ingeniero Químico Industrial **CCM (IQI)** está en la discusión de aspectos como la predicción, el comportamiento tendencial y la optimización en la lectura y análisis de las gráficas. Este conocimiento construido y usado por los ingenieros tiene cabida en su cotidiano caracterizado por predecir fallas en los transformadores que proveen de electricidad a cierta población, de tal suerte, que pueda ser retirado de servicio antes de que ocurra la falla y para ello, hacen uso de un método gráfico.

### Epistemología de una transversalidad del conocimiento

A continuación se describe la epistemología que se construyó a partir del dato de Torres (2013) con la finalidad de evidenciar los usos del conocimiento matemático y su articulación con Situaciones de Variación, Transformación y Selección.

La situación atribuida a la epistemología se ha convenido llamarle: La predicción y lo estable en modelos gráficos de concentraciones de gases de un transformador.

Las gráficas identificadas en la comunidad, no son utilizadas únicamente como representaciones, sino que son considerados como modelos de comportamiento, son herramientas que permiten analizar las tendencias de las concentraciones de los gases que tiene el transformador y con base en ello, se toman decisiones (Torres, 2013).

En la Figura 2 se presenta un esquema global en el cual se visualiza que los datos formulados en Torres (2013) es resignificada para la construcción de una epistemología que a futuro se presume sería una base para diseñar situaciones de aprendizaje para una comunidad en específico.

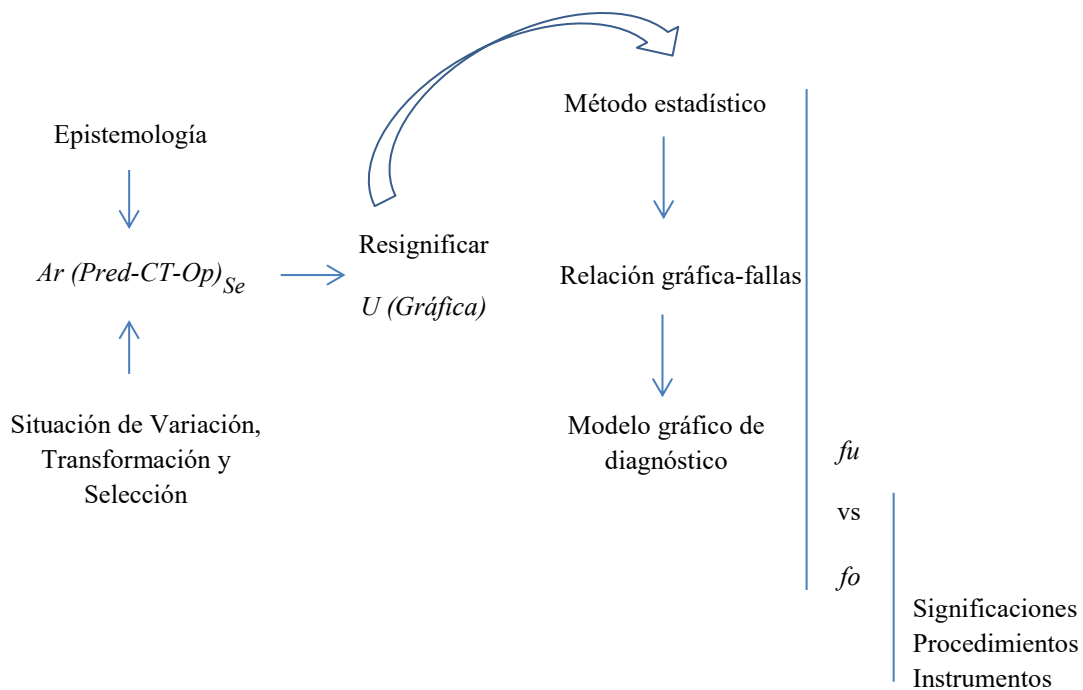


Figura 2. Epistemología general de usos de la gráfica de la CCM (IQI)

La situación específica (*Se*) genera una argumentación (*Ar*) de Predicción (*Pred*), Comportamiento tendencial (*CT*) y Optimización (*Op*) a partir de resignificar los usos (*U*) de la gráfica en el que se debaten funcionamientos (*fu*) y formas (*fo*). Los usos que se resignifican están asociados a tres momentos, Uso del control estadístico, Uso de la relación gráfica- fallas y Uso del modelo gráfico de diagnóstico.

Cabe recalcar que las gráficas que favorecen una matemática funcional son más que simples representaciones, es decir, son consideradas como modelos de comportamiento y como herramientas que permiten analizar tendencias.

Por ejemplo, para hacer conjeturas sobre una posible falla, se realiza una lectura e interpretación de dos de las ocho gráficas de las concentraciones de los gases. En este caso,

el monóxido de carbono y bióxido de carbono son indicadores de que hay una pirolisis de papel (el papel dentro del transformador se está quemando) y por tanto, se le tiene que dar mantenimiento.

Ambos gases deben presentar un comportamiento paralelo, es decir, entre ellos debe haber una diferencia del 10%. La relación anterior se analiza a partir de un comportamiento tendencial de las concentraciones de los gases. En la Figura 3, se observa que el comportamiento gráfico del monóxido de carbono tiende a 150 ppm, mientras que el comportamiento del modelo del bióxido de carbono tiende a estabilizarse en 1500 ppm concluyéndose que el estado del transformador está en buenas condiciones.

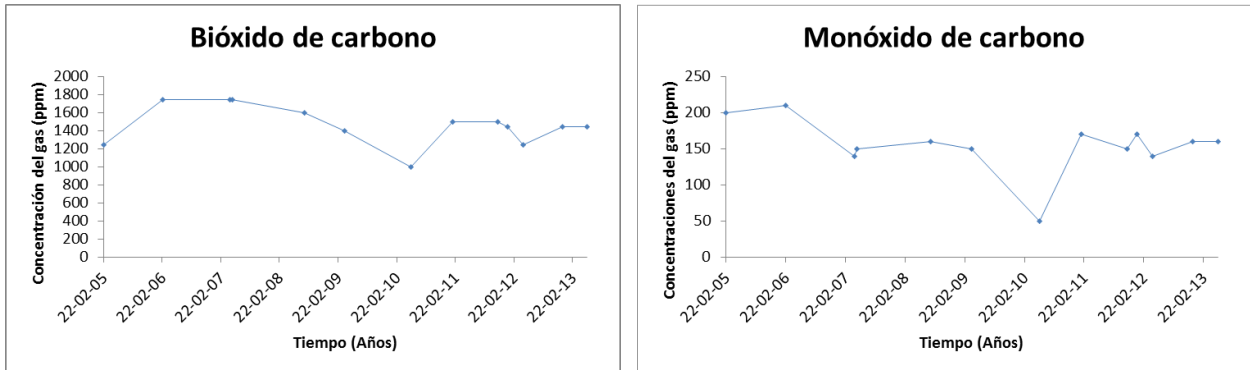


Figura 3. Modelos gráficos de concentraciones de gases.

Cuando el comportamiento tendencial no es estable en la proporción del 10% es indicador de que el transformador tiene una posible falla.

Al analizar este ejemplo es posible reconocer la variación de las concentraciones y aspectos de estabilidad a partir de analizar el comportamiento tendencial de ambos gases y predecir si el transformador requiere de mantenimiento o no. En los modelos se presentan incrementos en las concentraciones de los gases en ciertas fechas, por ejemplo, en el 22-02-11, pero éstas son consideradas normales, debido a que el incremento de uno de los gases es similar al otro.

Lo ideal en los modelos gráficos sería que la relación de un gas con respecto al otro sea del 10%, pero eso no sucede, y basta con que la relación se cumpla en la tendencia de los modelos.

Análisis como el presentado en el ejemplo, permitió formular la epistemología y el desarrollo de usos de la gráfica que se desglosa en tres momentos:

**Momento 1. Momento del uso del control estadístico.** La variación y lo estable en las concentraciones de gases de un transformador:

\*Las gráficas que presentan variaciones similares modelan comportamientos estables.

**Momento 2. Momento del uso de la relación gráfica-fallas.** El comportamiento tendencial de las concentraciones de los gases para determinar lo estable en las gráficas:

\*Las gráficas muestran variaciones no similares que lleva a cuestionar el comportamiento tendencial de las mismas.

**Momento 3. Momento del uso del modelo gráfico de diagnóstico.** La predicción en la simultaneidad de las variaciones de las concentraciones de los gases y la optimización para tendencias futuras:

\*Lo estable como una cualidad para discernir de comportamientos normales y extraordinarios.

La matemática funcional a la luz de la comunidad de conocimiento matemático de los ingenieros químicos industriales se refleja en la articulación de tres situaciones: Variación, Transformación (Cordero, 2001, 2008) y Selección (Del Valle, 2015). Ver Figura 4.

		SITUACIONES		
Elementos de construcción	de	Variación	Transformación	Selección
Significaciones		Estado permanente de concentración de gases	Patrones de comportamientos gráficos	Patrones de adaptación gráficos
Procedimientos		Identificación y comparación de las concentraciones de gases	Variación de parámetros en modelos gráficos	Distinción de cualidades en modelos gráficos
Instrumento útil al humano		Cantidad de variación continua	Instrucción que organiza comportamientos	Lo estable
Argumentación		<b>Predicción del estado de un transformador eléctrico</b>	<b>Comportamiento tendencial en los modelos gráficos</b>	<b>Optimización de modelos gráficos</b>

Figura 4. Epistemología de usos de la gráfica de una CCM(IQI)

El cuadro epistemológico se construyó a partir de cuestionarse sobre las significaciones, procedimientos y el instrumento asociados a los usos del conocimiento matemático de la comunidad. Asimismo, la resignificación de los usos debía evidenciar las argumentaciones, es por ello que el Momento 1 evidencia aspectos de la situación de Variación, el Momento 2 evidencia una situación de Transformación y el Momento 3 una situación de Selección.

La articulación de las situaciones es producto de la experiencia de la comunidad de ingenieros químicos que construyen conocimiento matemático y cuya naturaleza es diferente al *dME*. La Figura 4 enuncia una categoría funcional de la matemática, donde intervienen conocimientos articulados bajo una lógica funcional y no utilitaria; que adquieren sentido en la comunidad.

La situación de Variación y Transformación generan la argumentación de la predicción y comportamiento tendencial respectivamente. La idea está en centrar la atención en ciertas concentraciones o en ciertos intervalos de tiempo para analizar y poder tomar decisiones sobre el estado del transformador.

La situación de Selección genera la argumentación de la optimización al verse intervenida por un “objetivo ideal” que se le ha llamado lo estable, provoca la construcción de patrones

de adaptación a través de la distinción de cualidades (Del Valle, 2015). Lo “ideal” en la situación específica de la comunidad está en considerar a los modelos gráficos con incrementos normales o con comportamientos tendenciales estables. También es posible realizar tendencias a futuro con la condición de que el transformador se encuentre en buen estado.

La epistemología construida y reportada expresa la recuperación del sujeto olvidado, es decir, evidencia el rescate de los usos del conocimiento matemático ante el fenómeno de Opacidad atribuida al *dME*. En ese sentido, se encuentra la pertinencia de realizar estudios sobre la transversalidad del conocimiento matemático para posteriormente diseñar situaciones de aprendizaje donde se pongan en juego dichos usos.

### Referencias bibliográficas

- Cordero, F. (en prensa) Modelación, Funcionalidad y Multidisciplinariedad: El Eslabón de la Matemática y el Cotidiano. En Díaz y Arrieta (Eds). *Investigaciones latinoamericanas en Modelación Matemática Educativa*. México: Gedisa.
- Cordero, F. (2013). Matemáticas y el Cotidiano. Diplomado Desarrollo de estrategias de aprendizaje para las matemáticas del bachillerato: la transversalidad curricular de las matemáticas Módulo III. [Documento interno]. CINVESTAV –IPN.
- 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 (Ed.), *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un reporte Iberoamericano* (pp. 285-309). México, D. F.: Díaz de Santos-Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A. C.
- Cordero, F. (2001). La distinción entre construcciones del cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 4(2), pp. 103-128.
- Del Valle, T. (2015). *Los Usos de la Optimización: Un Marco de Referencia y la Teoría Socioepistemológica*. Tesis de doctorado no publicada. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso-Chile.
- Gómez, K., Silva H., Cordero, F. y Soto, D. (2014). Exclusión, Opacidad y adherencia. Tres fenómenos del discurso matemático escolar. En Lestón, P. (Ed.). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, Vol. 27*, .1457- . México, DF: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C. y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C.
- Torres, L. (2013). *Usos del Conocimiento Matemático. La Simultaneidad y Estabilidad en una Comunidad de Conocimiento de la Ingeniería Química en un Escenario de Trabajo*. Tesis de Maestría no publicada. CINVESTAV-IPN. México, D.F.

### Autores

Irene Pérez Oxté; CINVESTAV, IPN. México; [iperezo@cinvestav.mx](mailto:iperezo@cinvestav.mx)

Francisco Cordero Osorio; CINVESTAV, IPN. México; [fcordero@cinvestav.mx](mailto:fcordero@cinvestav.mx)

UNA EPISTEMOLOGÍA BASADA EN LA TRANSVERSALIDAD DE LOS USOS DE LA GRÁFICA DE UNA COMUNIDAD DE INGENIEROS  
QUÍMICOS INDUSTRIALES  
Irene Pérez-Oxté; Francisco Cordero Osorio