

ESTUDIO DE LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO EN UNA PRÁCTICA PROFESIONAL EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

Erika García Torres, Ricardo Cantoral Uriza
Cinvestav-IPN
egarcia@cinvestav.mx
Campo de investigación: Socioepistemología

México

Nivel: Superior

Resumen. *La investigación que aquí se presenta contribuye al estudio de la naturaleza de la construcción social de conocimiento, en ámbitos profesionales desde la aproximación socioepistemológica. El objetivo de la investigación fue postular un mecanismo de construcción de conocimiento desde la problemática de la institucionalización de conocimiento: equilibración de relaciones asimétricas. Los resultados apuntan a la existencia de roles en el aprendizaje que hacen presentes a instituciones y la simultaneidad de los procesos de institucionalización, dentro de los procesos sociales.*

Palabras claves: Institucionalización, saberes, socioepistemología, prácticas profesionales

Introducción

Las reflexiones acerca de la construcción social de conocimiento desde la aproximación socioepistemológica han propiciado el desarrollo de investigaciones a la luz de la hipótesis de que las prácticas sociales son generadores de conocimiento matemático mediante su función normativa evidenciada (Covián, 2005). Esta aproximación asume, como base filosófica, que el uso de los objetos es el que produce significado. Por sí mismo un objeto no existe, es y existe para un individuo o grupo y en relación con ellos. De tal forma, la socioepistemología es una epistemología de prácticas y no de conceptos. En este sentido se postula que antes que los conceptos existen prácticas asociadas que les dan significación, como se reporta ampliamente (Cantoral, Farfán, Lezama y Martínez, 2006).

Problemática

Un postulado de la socioepistemología es que no es posible construir conceptos ni sistemas conceptuales sin la constitución y la mediación de instituciones. La problemática es de corte teórico al seno de la socioepistemología: hacer explícito un mecanismo de construcción social de conocimiento dentro de los procesos sociales.

1325

Sobre la noción de institucionalización

La escuela es una institución en el sentido que es *fija* –acepción clásica-, construida por los seres humanos para conservar conocimiento. Sin embargo, hay otro sentido de institución *dinámico*: entidad permanente cuyas reglas de funcionamiento se comunican de una generación a otra a través de patrones de comportamiento. Dentro de los procesos sociales, la vestimenta es una institución, permite vestirse con variantes pero también impone restricciones de carácter cultural. Los seres humanos construyen y usan estas acepciones de institución que caben en una categoría: entidades que posibilitan la conservación de saberes en las sociedades, como formas organizadas que establecen roles a los participantes.

La socioepistemología pretende explicar los procesos de institucionalización, es decir, aquellos procesos que explican cómo se constituye una institución. Si existen prácticas cotidianas que se vuelven institucionales, es coherente preguntarse ¿cómo se da el mismo fenómeno entorno de un saber? En el ámbito del conocimiento matemático las instituciones aparecen como conceptos evidentes e inalterables, es decir, no se indagan sus procesos de institucionalización. Por ejemplo, la derivada, se estudia como un conocimiento dado y evidente sin considerar las prácticas asociadas que le dan significación.

Mecanismos de construcción social del conocimiento

Se plantea la hipótesis: los saberes se institucionalizan por la existencia de *mecanismos* que lo posibilitan, inmersos en la institucionalización; no se observan a priori, sino se requiere de un método para dar evidencia de ellos. En (Arrieta, Buendía, Ferrari, Martínez y Suárez, 2004) se menciona que en las investigaciones de Martínez se ha dado evidencia de un mecanismo de construcción de conocimiento, al que ha denominado *convención matemática*. “Este mecanismo de dotar de significado a los objetos nuevos a partir de otros ya establecidos es lo que se llama principio de consistencia” (Cantoral, et al, 2000, p. 22).

La institucionalización desde el punto de vista de la Sociología

Las reflexiones al interior de la socioepistemología acerca de la institucionalización tienen un fundamento en la sociología. Cordero (2006) menciona que Durkheim considera que la sociedad humana presenta un fenómeno de una naturaleza especial, la cual consiste en el hecho de que ciertas formas de actuar son impuestas, o por lo menos sugerida *desde afuera* del individuo.

Sociólogos contemporáneos consideran que la institucionalización tiene sus orígenes en la *habituación*. “La institucionalización aparece cada vez que se da una tipificación recíproca de acciones habitualizadas por tipos de actores. Dicho en otra forma, toda tipificación de esa clase es una institución” (Berger y Luckmann, 2006, pag. 74).

Las instituciones implican historicidad y control: se construyen en el curso de una historia compartida y no pueden crearse en un instante. Las instituciones se encarnan en la experiencia individual por medio de los *roles* (Berger y Luckmann, 2006).

El proceso de institucionalización propicia que los saberes lleguen a ser aceptados, por tanto se estudió los procesos de institucionalización de las prácticas, en un ámbito profesional específico de la Ingeniería Biomédica. Nuestro interés se ubicó al nivel de comprender cómo un saber se constituye como tal, y no sólo a tratarlo una vez constituido.

Objetivo

Asumimos que la matemática es funcional, lo cual hace referencia a la presencia y movilización en diversas situaciones de saberes, incorporados a él en un sentido orgánico. De modo que el objetivo la investigación fue: Identificar la existencia de mecanismos de construcción social de conocimiento considerando los saberes relativos a la Matemática en los procesos de institucionalización las prácticas constitutivas de una práctica profesional en Ingeniería Biomédica.

Estudios de prácticas

Se han realizado investigaciones que centran su atención en la observación de prácticas profesionales. Hoyles, Noss y Pozzi (2000), identificaron el uso visible de la matemática (*situated abstraction*) en tres prácticas profesionales: métodos y algoritmos que periten solucionar problemas. Kent y Noss (2001) y Romo (2007) estudiaron la naturaleza del conocimiento que usan los ingeniero reflexionando sobre qué matemáticas deben incluirse en la enseñanza de sus cursos escolares. Existe una diferencia entre estas investigaciones y la nuestra: No se estudia qué conocimiento matemático usan como objetivo principal, sino asumiendo que en esos escenarios se usa la matemática funcionalmente, se estudia el proceso de institucionalización de un saber, privilegiando el estudio de los procesos sociales inmersos en dichas prácticas.

Metodología y práctica de referencia

Se eligió una comunidad científica específica de un laboratorio de un centro de investigación del más alto nivel científico, en el área de Ingeniería Biomédica, “actividad interdisciplinaria entre las ciencias exactas e ingenieriles con las ciencias de la vida” (Suaste, 1998, p.1).

Se consideró el modelo expuesto por Montiel (2006) para caracterizar la construcción social de conocimiento. Este modelo sigue la siguiente ruta: *actividad*, observable tanto en los individuos como en los grupos humanos que articulada con otras actividades se asocian a una *práctica de referencia* y son reguladas por una *práctica social*.

La información recabada a través del método etnográfico permitió caracterizar una práctica de referencia a través de triangulación de información: Registros de audio y video, revisión de literatura especializada y entrevistas no estructuradas a los participantes. La práctica se referencia se denomina: *desarrollo y caracterización de cerámicas ferroeléctricas con innovación*. Los participantes de la investigación –**A**: aprendiz y **D**: experto- desarrollan cerámicas utilizadas para diferentes aplicaciones de equipo médico. La innovación se refirió a implantar en ellas un alambre de platino. El comportamiento de las cerámicas lo obtienen al medir una característica eléctrica -la constante dieléctrica-, e identificar la *temperatura de Curie* (T_c), la cual indica el punto de temperatura a partir del cual la cerámica pierde unas propiedades ferroeléctricas (figura 1).

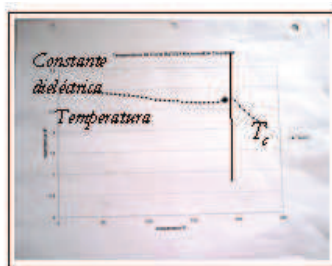


Figura 1. T_c representa un máximo o un punto de inflexión

Para la comparación de cerámicas con y sin implante obtienen la curva de la cerámica sin implante que denominan testigo, realizan la comparación *gráfica testigo vs. gráfica implante*.

1328

Con la finalidad de inferir un mecanismo de construcción de conocimiento se elaboró el método de *secuenciación de episodios*, el cual asociado al modelo de construcción de Montiel (2006)

permitió analizar actividades dentro de la práctica de referencia citada. La *secuenciación* consiste en seleccionar un conjunto de episodios –fragmento de video seleccionado con cierta intención, que se acompaña de su transcripción- y estudiar los casos donde el tránsito entre ellos permite inferir un mecanismo existente.

Resultados

El mecanismo que se infirió de ese análisis se denominó *equilibración de relaciones asimétricas* y se caracterizó como: proceso en el que se busca el equilibrio en una relación de naturaleza jerárquica manifestada a través de dos *roles*, representados por el saber experimental y el saber teórico, teniendo como base el principio de consistencia y un problema común. El término de saber teórico se refiere al saber sabio, y el término saber experimental al saber funcional. El saber teórico se hizo presente a través del *rol* del experto (**D**) y el saber experimental a través del *rol* del aprendiz (**A**). A través de una entidad matemática como la gráfica se manifestó la relación de asimetría, pues cada participante *usó* la gráfica de acuerdo al saber que hizo presente. Se mostrará un ejemplo que manifiesta la equilibración en esta relación de asimetría.

Ejemplo: Secuencia 1: Compuesto TBP, ¿cómo subió tanto?

A y **D** discutieron sobre los resultados obtenidos de la Temperatura de Curie para el compuesto de titanato de bario con platino –que denominamos TBP- **A** muestra a **D** los resultados de la experimentación, y **D** hace un contraste para verificar que sean coherentes con la teoría ya establecida. **A** y **D** comparten una misma mirada de la gráfica, en el sentido de que es la gráfica un *medio para interpretar propiedades experimentales*.

Episodio 1: Confianza en el experimento

Sesión 9, 24/10/08, duración 00:02:30

Este episodio evidencia la confianza de **A** en la experimentación: usa la gráfica como un argumento para sostener una hipótesis empírica, por lo que sus argumentos giran en torno a la conjetura formulada desde su experimentación. Para **D** la gráfica es un criterio de confirmación empírica, que debe sustentar un hallazgo teórico.

1329

D: Híjole, no lo puedo creer eh.

D: Hay no puede ser esto.

A: Está grabado todo doc.

D: No, no puede ser, ¿cómo subió tanto?

A: Todo está grabado.

D: Pero de 130 grados subió a (...) ¿Cuánto tienes? ¿Trescientos que?

A: En trescientos noventa grados.

D: Yo no puedo creer que esta curva salga, mira aquí está

A: La repetimos.

Episodio 2: Transición

Sesión 9, 24/10/08, duración 00:01:47

D argumenta con base en la comparación de parámetros la plausibilidad del resultado de **A**. Este episodio muestra un estado intermedio entre la confianza en el experimento y la confianza en la experiencia o conocimiento, es decir, en el conocimiento que **D** representa a través del rol de saber teórico. La interacción de ambos saberes se encuentra en otro nivel, en la medida en que **A** y **D** discuten cada uno intentando defender sus argumentos.

Episodio 3: Confianza en la experiencia

Sesión 9, 24/10/08, duración 00:01:56

Los argumentos que proporciona **D** evidencian que el resultado no es tan plausible, sin embargo, **A** continúa confiando en la gráfica que obtuvo y esto lo manifiesta cuando le dice a **D** que puede hacer otro tipo de prueba con la que quizá obtenga resultados favorables similares a los que obtuvo.

Consideraciones generales de la secuencia 1

La secuencia expresa el desequilibrio existente en la relación de asimetría cuando en el episodio 1 el énfasis está en el saber experimental. En el episodio 2 hay manifestación de ambos saberes - experimental y teórico- y los argumentos de ambos *roles* pueden ser plausibles; sin embargo en el estado final los argumentos de **D** manifestando el rol del saber teórico produjeron una

equilibración, en el sentido de que los dos *roles* quedan al mismo nivel argumentativo. La equilibración se produjo por un consenso con base en el uso de la gráfica.

Conclusiones

Se proporcionan indicios de que la identificación del mecanismo expuesto no es un problema que atienda la transposición didáctica al centrar su atención en los efectos del paso del saber teórico al saber escolar; y tampoco un problema que atienda la transferencia pues no explica el paso del saber escolar al saber funcional. Más bien, el estudio de prácticas referidas a contextos en los que se manifiesta un saber funcional puede motivar la identificación de elementos que propicien reflexiones acerca del conocimiento teórico.

El estudio de los procesos de institucionalización de las prácticas, aporta elementos a un modelo de construcción social de conocimiento (Montiel, 2006), que reconoce a la práctica social en su función normativa. Si bien las instituciones controlan el comportamiento humano estableciendo pautas definidas de antemano que lo canalizan en una dirección determinada, un mecanismo como el que se postula en esta investigación, permite vislumbrar que la práctica social permite que se desarrollen procesos de institucionalización de manera *simultánea*, que no se contradicen, es decir, la práctica social está en un nivel posterior que los procesos de institucionalización (figura 2).

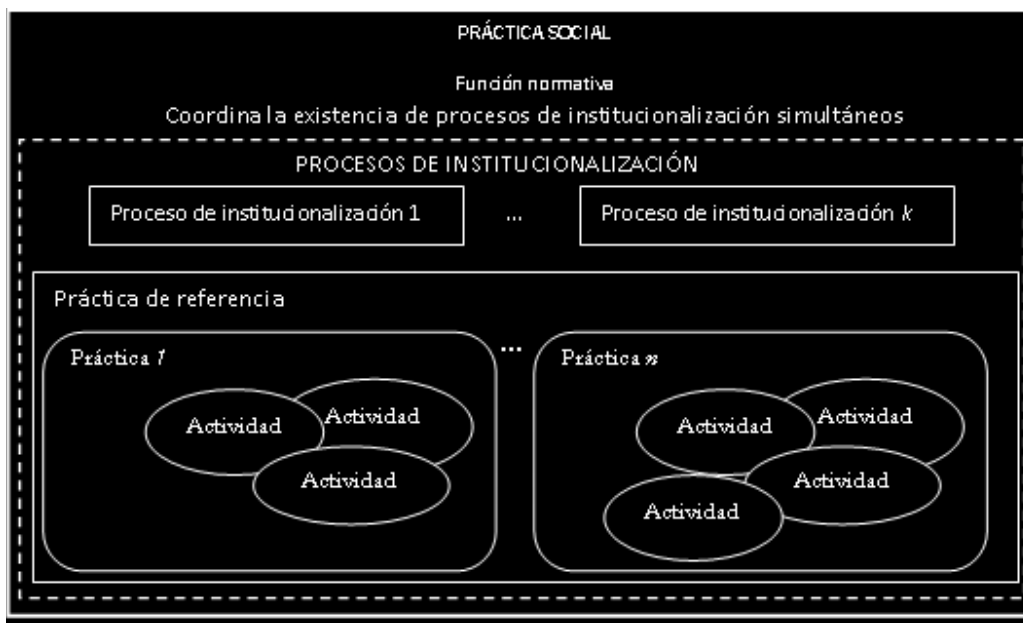


Figura 2. Modelo para la construcción social de conocimiento matemático considerando los procesos de institucionalización

Esta conclusión se nutre a la luz de un resultado que apunta hacia la existencia de 2 procesos de institucionalización que no se contradijeron: El primero referido al proceso de institucionalización de un **saber experimental a un saber teórico**, es decir, la práctica de generación de cerámicas con innovación se fue institucionalizando. El segundo, referido al **aprendizaje de A**, pues en la *evolución de las prácticas* se observó que construyó y habitó su conocimiento a situaciones específicas.

Estudiar este tipo de contextos más amplios como las prácticas profesionales, deviene importante pues la transferencia de conocimiento se da en esos contextos y no en la escuela, por tanto, entender la lógica de las prácticas apoya la ampliación de un modelo de construcción social de conocimiento: La práctica social como normativa y reguladora de procesos de institucionalización simultáneos; los procesos de institucionalización como formas de estudiar a través de *roles* las manifestaciones de las instituciones, donde están inmersos mecanismos de construcción como la equilibración de relaciones asimétricas; la práctica de referencia como contexto y las prácticas como ejecución reiterada e intencional de la actividad.

Referencias bibliográficas

Arrieta, J., Buendía, G., Ferrari, M., Martínez, G. y Suárez, L. (2004). Las prácticas sociales como generadoras de conocimiento matemático. En L. Díaz (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 17*, (p.p. 418-122). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Cantoral, R., Farfán, R., Cordero F., Alanís J., Rodríguez R. y Garza A. (2000). *Desarrollo del Pensamiento Matemático*. México: Trillas.

Cantoral, R., Farfán, R., Lezama, J. y Martínez, G. (2006). Socioepistemología y Representación, algunos ejemplos. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, Número especial*, 83-102.

Covián, O. (2005). *El papel del conocimiento matemático en la construcción de la vivienda tradicional: El caso de la Cultura Maya*. Tesis de maestría no publicada. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados.

Berger, P. y Luckman, T. (2006). *La construcción social de la realidad*. Madrid: Amorrortu.

Cordero, F. (2006). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica. En R. Cantoral, O. Covián, R. M. Farfán, J. Lezama y A. Romo (Ed.), *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: un reporte iberoamericano*, 265-286. México: Díaz de Santos-Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A. C.

Hoyles, C., Noss, R. y Pozzi, S. (2000). Working Knowledge: Mathematics in use. En A. Bessot y J. Ridgway (Eds.) *Education for Mathematics in workplace* (p.p. 17-35). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Kent, P. y Noss, R. (2001). Investigating the mathematical components of engineering expertise. *25th Psychology of Mathematics Education Conference*. Utrecht, Holanda.

Montiel, G. (2006). Construcción social de la función trigonométrica. En G. Martínez (Ed.) *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 19* (p.p. 818-823). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Romo, A. (2007). The role of mathematical knowledge in a practical activity: engineering projects at university level. En D. Pitta-Pantazi y G. Philippou (Eds.) *Fifth Congress of the European Society*

for Research in Mathematics Education (p.p. 2150-2159). Cyprus: Department of Education, University of Cyprus.

Suaste, E. (1998). *Ingeniería Biomédica: Antecedentes, Desarrollo y desenlaces en México*. México: México.