

UN ESTUDIO SOCIOEPISTEMOLÓGICO EN LA PRÁCTICA TOXICOLÓGICA

Isabel Tuyub, Ricardo Cantoral, Francisco Cordero

Cinvestav-IPN

ituyub@cinvestav.mx

Campo de investigación: Socioepistemología

México

Nivel: Superior

Resumen. Esta investigación evidencia la función normativa de la práctica social, en el momento en que una comunidad de toxicólogos produce conocimiento innovador, a través del estudio de la práctica de un científico experto (M). Se utiliza una metodología etnográfica apoyada con un Modelo que presume explicar la construcción del conocimiento de acuerdo a la función normativa de la práctica social, enfatiza la descentración de los conceptos, tomando en cuenta al saber en la práctica. Los datos se obtuvieron por el análisis de situaciones clave, considerando tres ejes de análisis (análisis de prácticas, identificación de saberes funcionales y determinación de procesos de institucionalización en su toma de decisiones). Se apreciaron procesos de institucionalización al manifestar qué es lo que le permite a M hacer lo que hace, por medio de su toma de decisiones. Se identificó que M utilizó la optimización-estandarización como un mecanismo de construcción y saberes funcionales, en particular se evidenció la importancia de la funcionalidad (uso del concepto función).

Palabras claves: prácticas sociales, modelo, institucionalización, toxicólogos

Introducción

Una problemática de la matemática educativa son los cuestionamientos sobre cómo se construye conocimiento matemático, entender los procesos de aprendizaje, incidir en el sistema didáctico, además de cómo se puede lograr una visión científica del mundo. Se ha reflexionado que el problema de la enseñanza de las matemáticas no es un problema matemático sino social ya que se ha desarrollado porque ha estado al servicio de otros dominios científicos y de otras prácticas de referencia (Cantoral y Farfán, 1998).

Por ello es de suma importancia estudiar la construcción de conocimiento matemático en otros dominios, donde no es expresamente el objeto de estudio pero si se encuentra en su carácter funcional, con la intención de inferir cómo “vive” y cuál es su importancia.

Marco Teórico

La investigación se interesa en comprender por qué se hace lo que se hace desde el propio marco de referencia de quien actúa, para ello se consideró conveniente abordarse bajo un *enfoque socioepistemológico*, caracterizado como una *epistemología* que modela las *prácticas sociales* que

1247

le dan origen, que son fuentes y explican la construcción del conocimiento matemático (Cantoral y Farfán, 2003). Se considera una *teoría particular* porque no trata de generalizar elementos teóricos sino más bien dar evidencia de ellos a través de los datos encontrados en sus investigaciones.

Objetivo y problema de la investigación

El objetivo es evidenciar la *función normativa de la práctica social* cuando una comunidad científica de toxicólogos (científicos que estudian los efectos adversos que producen las sustancias químicas en los organismos vivos) produce conocimiento innovador. Apoyado en un Modelo Teórico que diseñamos con la intención de entender qué elementos intervienen en la construcción de un conocimiento.

En (Covián, 2005) y (Cordero, 2006) se reporta que la función normativa de la práctica social se evidencia en los *procesos de institucionalización* de las prácticas. Entonces ¿Cómo se produce la función normativa de la práctica social en el proceso de institucionalización de las prácticas, cuando una comunidad produce conocimiento? Fue la pregunta que motivó esta investigación, lo que llevó a aterrizarla al preguntarse ¿Cómo construyen conocimiento innovador los toxicólogos, a través de la realización de un *protocolo* nuevo (conjunto de pasos a seguir para realizar un experimento de importancia en su campo) sobre la identificación de genes, para impactar en su comunidad?

Modelo Teórico de “Construcción” (MTC)

El MTC se edificó al seno de una comunidad Socioepistemológica en discusiones sobre el *aprendizaje como cambio de práctica*. Este Modelo presume explicar la construcción del conocimiento de acuerdo a la *función normativa* de la práctica social, enfatiza la descentración de los conceptos considerando al *saber* en la práctica. También se desea darle evidencia experimentalmente para modificarlo o apreciar su robustez. Un antecedente al mismo se encuentra en (Tuyub y Cantoral, 2007).

Se observa el esquema del Modelo en la figura 1: Se parte del supuesto teórico de la existencia de prácticas sociales como base del conocimiento, con la intención de no permitir una regresión infinita de términos, por la naturaleza de ser un estudio de prácticas. Se aprecia la relación que puede tener las prácticas, la experiencia, la socialización, el conocimiento, las creencias, las expectativas, las concepciones y las *Representaciones Sociales* (en el sentido de Moscovici, 2003), aunado a un *saber funcional* (en el sentido de Cordero y Flores, 2007), en un contexto cultural, histórico, institucional y social. Considerar al saber permite que el Modelo no quede solo en un plano cognitivo, por ser situado, también enfocarse a prácticas y no centrarse en conceptos u objetos matemáticos.

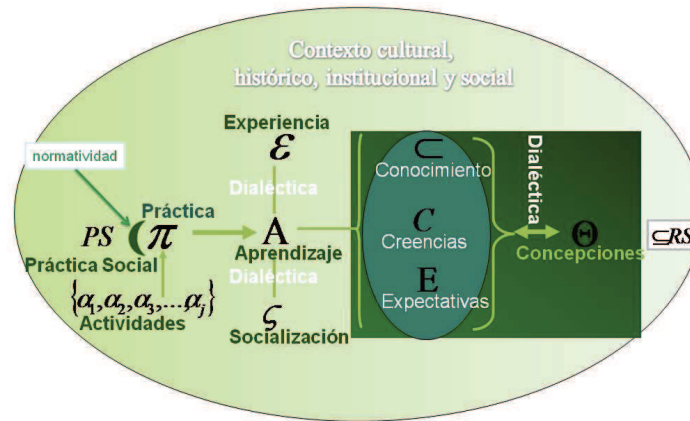


Figura 1. Esquema del Modelo Teórico de "Construcción"

Estado del arte

Existen algunas investigaciones en Matemática Educativa, dentro de la Socioepistemología, que toman en cuenta la construcción social de conocimiento y no se enfocan en un contexto escolarizado. Por ejemplo: El trabajo de (Covián, 2005), evidencia la normatividad de la práctica social con un modelo a través de la permanencia y el cambio, en la construcción de la casa tradicional maya. Canúl (2007), explicó la construcción en el momento de bordar la vestimenta típica de una comunidad maya. Ambas se realizan en un contexto cultural.

Las últimas investigaciones que estudian la construcción social de conocimiento y prácticas sociales, se enfocan en un contexto profesional: García (2008), aborda las producciones de

investigadores en formación de Matemática Educativa sobre su uso del concepto función. García-Torres (2008) estudia prácticas de una comunidad profesional (ingenieros biomédicos) que produce conocimiento especializado para evidenciar cómo cierto conocimiento se origina a través de procesos de institucionalización, al inferir mecanismos de construcción de conocimiento.

Existen otras investigaciones que estudian prácticas profesionales, un ejemplo se puede apreciar en (Kent & Noss, 2001; Noss, Hoyles & Pozzi, 2000). La diferencia de estos estudios con los que está realizando la Socioepistemología está en su rigidez metodológica, cuando realizan análisis aprioris rigurosos antes de observar alguna comunidad profesional, predeterminan un objeto matemático a estudiar; al momento de observar, sus análisis los realizan con una idea previa de lo que puede ocurrir y desean encontrar, qué tanto se acercó a este y qué cosas nuevas de utilizar el objeto se localizaron. La Socioepistemología se enfoca en las prácticas, toma en cuenta la naturaleza del ambiente, utiliza estrategias más que un protocolo para el estudio y toma de guía un saber funcional.

Elementos Metodológicos

Se utilizó una metodología *microetnográfica* (Ogbu et. al, 1988 citado en Moreira, 2002) para dar evidencia de las prácticas de una comunidad de toxicólogos, por medio del quehacer cotidiano de un científico experto, capaz de tomar decisiones denominado M, un posdoctor en biología molecular (grado obtenido después de que M hizo un doctorado en genética). Se sabe que una sola persona no basta para estudiar una comunidad, pero estudiar prácticas de una persona permite realizar un estudio de una comunidad, porque su hacer no sólo depende de la experiencia sino de cierto conocimiento y expectativas, de interacciones.

Para la recolección de la información, se empleó la *observación participante*, entrevistas y grabaciones de su quehacer diario. Se realizó un análisis directo del video, una obtención selectiva de situaciones-clave por medio de tres ejes de análisis: análisis de prácticas asociadas que anteceden determinado objeto toxicológico, identificación de saberes funcionales (en particular los asociados al uso del concepto de *función matemática*, denominado *funcionalidad*) y determinación de *procesos de institucionalización* en su toma de decisiones; apoyados de

transcripciones de ciertas interacciones y de lo que se infirió en sus actividades gracias a la *cotidianidad*.

Análisis de los datos

La práctica de M se basó en la elaboración de un *protocolo modificado* para la obtención de los genes T1 y M1 en DNA de personas expuestas a pesticidas, importante para identificar el porcentaje de la población que los poseen. Se apreciaron tomas de decisiones que dieron “luces” para saber qué es lo que permite a M hacer lo que hace, qué regula su práctica. Para ello se necesitaron de prácticas asociadas: obtención de DNA a partir de tejidos, amplificación de genes por PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) y monitoreo de los genes (M1 y T1), todas organizadas para permitir la obtención del protocolo.

Para la obtención de DNA a partir de tejidos, era la primera vez que M lo realizaba, así que se basó en un protocolo que estipula los pasos a seguir; sin embargo, colocó pasos de más como cortar tejidos con tijeras:

E: ¿Por qué lo estás cortando?

M: Porque te acuerdas el otro día, bueno, este es un tejido muy duro y...el otro día no lo recuperé, este, también como que no, hay que romperlo y hacerlo así...entonces para que se disuelva mucho más rápido cuando le ponga el trizol. (Sesión 11. 5'42''-6'17'')

Utilizó el trizol para homogenizar, en lugar del homogenizador:

M: Te acuerdas que esto lo hacía yo con el ¡homogenizador! Y, ¿sí?, bueno, ya si te has fijado que esto lo he ido [habla como si se quiere reír] optimizado ¿sí? [Silencio] ¡No! y a parte ¡la baba! y cosas así [risas] [silencio], y yo veía que la pastilla era ¡muy poquita! lo que obtenía. (Sesión 11. 6'20''-6'48'')

En la figura 3 se observa un esquema de los cambios que realizó M debido a la toma de decisiones, apreciadas en las reiteraciones de esta práctica asociada.

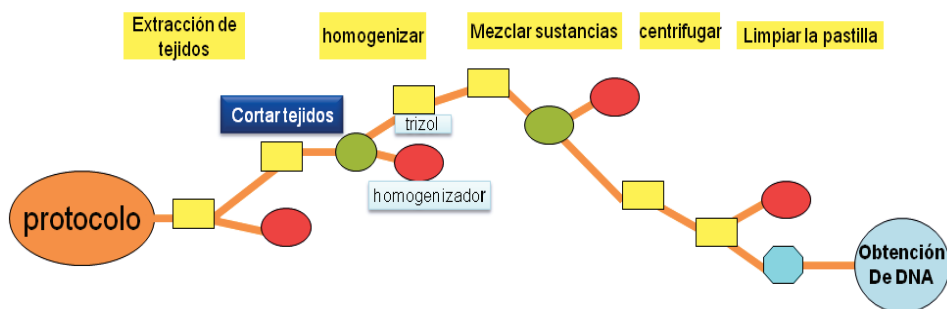


Figura 2. Esquema de la práctica asociada “obtención de DNA a partir de tejidos”, realizado por M, inferido de las reiteraciones

Con respecto a la *funcionalidad*, en la figura 3 se puede apreciar que su práctica puede verse como una función matemática de varias variables donde tiene que decidir qué dejar constante y qué variable para determinar por qué no obtiene los resultados deseados. Otro ejemplo está dentro de su hacer y se expresa cuando dice “poco a poquito”, habla de flujo:

M: Si te fijas, o sea, cada vez que estoy haciendo esto, estoy haciendo cosas nuevas, optimizo ¿si? Antes de, por ejemplo ahorita con este, no le voy a echar todo el trizol porque luego batallo para re suspenderlo, se lo voy a ir poniendo poco a poquito, que si viste que ahorita se lo eché todo y estuve batalle y batalle. (Sesión 14. 73' 35"- 74' 02").

Una vez obtenido el DNA, M lo utiliza para realizar una PCR que consiste en colocar ciertos reactivos en determinada medida en cada DNA y obtener una “foto”, como la que se aprecia en la figura 3, para ver si las cantidades que colocó son las deseadas. Este análisis de fotos en realidad es un uso de función reflejada en un análisis de gráficas en tres dimensiones: eje de las x (DNA distinto (A-J)), eje de las y (la altura en peso molecular que puede alcanzar el gen en ese DNA (va de 100 en 100 pares de base)) y la intensidad de la banda (debe ser igual para todos los DNA a estudiar). Los genes que amplifican son las bandas o segmentos definidos a determinada altura.

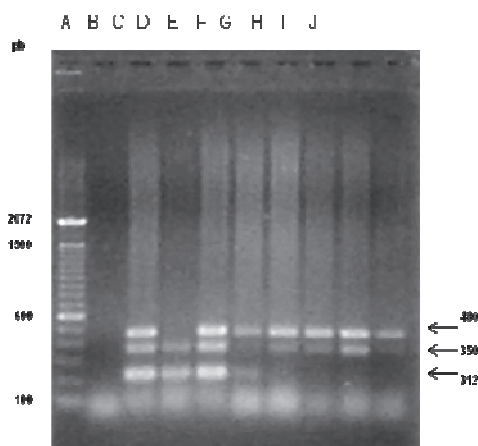


Figura 3. Gráfica obtenida experimentalmente. Resultado del esfuerzo de M. Se muestran las amplificaciones como bandas definidas aplicando su protocolo

Al preguntarse cómo M toma decisiones, el análisis de gráficas es de suma importancia porque por medio de él determina si su esfuerzo, en el que intervinieron conocimientos, expectativas, concepciones, creencias entre otros, fue certero o se requiere modificar algo más, en donde intervendrán de nuevo estos elementos. Es decir, la *funcionalidad* es importante para la toma de decisiones. Aunado, los procesos de institucionalización rigen su práctica cuando realiza experimentos con la intención de amplificar los genes “como debe ser”, como la comunidad lo acepte, para que permita el continuo y la utilización de su protocolo; se manifiesta un debate entre el conocimiento teórico y el experimental, con una intencionalidad que es la obtención de los genes M1 y T1 de forma clara y con la menor cantidad de recursos, esfuerzo y tiempo.

Consideraciones finales

Al estudiar prácticas, la evidencia y los datos sobrepasan el nivel del discurso explícito. La *cotidianeidad* permite conocer sus problemáticas, intereses, sus relaciones, convivencias, expectativas, creencias, concepciones, representaciones sociales; lo cual proporciona una mejor información y estudio de la población. La forma de pipetear las muestras o de colocar los reactivos son propias de la comunidad y esto se refleja cuando los resultados de su investigación son aceptados. El discurso oral oculta la naturaleza del conocimiento matemático en juego y lo vuelve funcional: “coloco el trizol ahora **poco a poquito** para no batallar en homogenizar el tejido”.

Se detectó *socialización* con sus colegas sobre cómo homogenizar “mejor”, la *creencia* de que no salían los resultados porque tenía muchas sales los DNAs, la *concepción* de que eran los DNAs que se encontraban en mal estado debido al conocimiento sobre el tiempo de congelación, la forma de su extracción y conservación, la *Representación Social* de M respecto a ser un posdoctor, como una persona independiente y experta, regulaba su práctica al actuar como tal, y a la vez eran factores que permitían la construcción de su conocimiento en manos de saberes funcionales y procesos de institucionalización.

Con base en el análisis se apreció la importancia de la *funcionalidad* y el mecanismo de construcción *optimización-estandarización*, M optimiza (economiza tiempo, esfuerzo, recursos sin perder la calidad y certeza de sus datos), con la intención de estandarizar. Es la dupla “mecanismo-función (uso)”, base del mecanismo empleado por M: tubos, centrífuga, reactivos (instrumento), los emplea en sus experimentos de forma óptima (mecanismo) con base en su experiencia, conocimientos, creencias, concepciones, representaciones sociales, con la intención de estandarizar (función).

Procesos de institucionalización, evidenciados en el por qué de las modificaciones y permanencias, al momento de realizar un protocolo. Son *relativos* de acuerdo a cómo se observe lo que se desea estudiar. La permanencia y cambio solo ponen la alarma de que ha habido un proceso de institucionalización, éste se debe inferir en la continuidad de las prácticas al cuestionarse sobre qué es lo que permite esa permanencia y cambio.

Esta investigación abre una brecha al poner el foco de atención en la *descentración de los conceptos*, brinda a la Socioepistemología elementos metodológicos para el estudio de prácticas. En consecuencia amplía el panorama de la problemática que atiende la Matemática Educativa: que el “meollo del asunto” es hacer que las personas “vivan” experiencias, que construyan su realidad mediante cambio de prácticas, que infieran procesos y tomen en cuenta el sentido funcional del conocimiento.

Referencias bibliográficas

Cantoral, R. y Farfán, R. (1998). Pensamiento y lenguaje variacional en la introducción al análisis. *Epsilon* 42, 353 – 369.

Cantoral, R. y Farfán, R. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 6(1), 27-40.

Canul, G. (2007). *La práctica del bordado como generadora de conocimiento matemático*. Tesis de maestría no publicada, Cinvestav-IPN.

Cordero, F. (2006). La institucionalización del conocimiento matemático y el rediseño del discurso matemático escolar. En G. Martínez (Ed.). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 19 (824-830). México, D.F., México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C.

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 Matemática Educativa*, 10(1), 7-38.

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, Cinvestav-IPN, México, D.F., México.

García, E. (2008). *El uso del conocimiento matemático asociado a la función en la producción institucional. El caso de investigadores en formación en Matemática Educativa*. Tesis de maestría no publicada, Cinvestav-IPN.

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, Cinvestav-IPN.

Kent, P. & Noss, R. (2001) *Investigating the mathematical components of engineering expertise*. Trabajo presentado en la 25th Psychology of Mathematics Education Conference, septiembre, Utrecht, Holanda.

Moreira, M. (2002). *Investigación en educación en ciencias: Métodos cualitativos*. Recuperado el 6 de septiembre de 2007, del sitio Web del Programa Internacional de Doctorado en enseñanza de las ciencias de la Universidad de Burgos, España: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/metodoscualitativos.pdf>

Moscovici, S. (2003). La conciencia social y su historia. En J. Castorina (Ed.). *Representaciones sociales. Problemas teóricos y conocimientos infantiles* (pp. 91-110). Barcelona, Cataluña, España: Editorial Gedisa.

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

Tuyub, I. y Cantoral, R. (2007). Las prácticas sociales como base del conocimiento en toxicólogos. Un modelo. En G. Montiel (Ed.). *Memorias de la XI Escuela de Invierno en Matemática Educativa* (pp. 141 – 153). México, D.F., México: Red Cimates.