

CONOCIMIENTO MATEMÁTICO. UN ESTUDIO SOBRE EL PAPEL DE LOS CONTEXTOS

Eddie Aparicio, Landy Sosa, Martha Jarero, Isabel Tuyub

Universidad Autónoma de Yucatán

alanda@uady.mx, smoguel@uady.mx, jarerok@uady.mx, isabel.tuyub@uady.mx

Resumen

En este escrito se discute la noción de contexto como objeto de estudio en los procesos de construcción, adquisición y difusión del conocimiento matemático. En particular se expone el avance de un trabajo de investigación en proceso con el que se busca describir el papel que tiene un contexto institucional específico en la generación de aprendizajes matemáticos.

Palabras Clave: *Contextos, construcción, conocimiento matemático*

Introducción

Recientemente diversas investigaciones en Matemática Educativa han incorporado aspectos socioculturales en su búsqueda de explicaciones sobre los procesos de construcción y difusión del conocimiento matemático. A manera de ejemplo citamos estudios sobre cómo el gesto puede ser una fuente de información de la forma en que las personas piensan matemáticamente (Aparicio y Cantoral, 2003; 2006, 2007; Radford, 2003; Nuñez, 2006; Edwards, 2009). Algunos otros estudios se centran en entender cómo el papel de la comunicación entre estudiantes puede ayudar a potenciar el aprendizaje en matemáticas (O' Connor, 1998; Crespo 2009; Sfard, 2001) y en otros se discute más ampliamente el papel de lo cultural como mediación en los procesos cognoscitivos (Guida de Abreu, 2000; Lerman, 2001; Chappet, 2004).

Con el presente proyecto de investigación pretendemos extender el campo de análisis sobre el papel de los aspectos socioculturales en los procesos de construcción, adquisición y difusión del conocimiento matemático. Para ello, hemos centrado la atención en la noción de contexto como objeto de estudio. Por contexto entendemos el conjunto de condiciones y circunstancias de carácter sociocultural en las que física o simbólicamente se sitúa un hecho o persona.

Como se mencionaba en Cantoral (2009), los seres humanos utilizan sistemas de razón contextualizada, es decir, su pensamiento y aprendizaje obedecen al contexto donde se desarrollan. En tal sentido, en el presente trabajo asumimos que el contexto supone la especificidad de los fenómenos o situaciones, pues éstos han de combinarse de manera única e irrepetible para tener influencia en lo que él acontece.

Así, con el presente estudio se pretende aportar evidencia empírica sobre el papel que tiene un contexto institucional específico en el rediseño del discurso matemático escolar. La idea central consiste en, primeramente, con base en estudios particulares, conformar y experimentar un Programa Educativo de Matemáticas a nivel bachillerato que se estructure según las condiciones y circunstancias socioculturales propias de una institución educativa particular. Posteriormente, verificar y documentar el funcionamiento de dicho programa en la institución educativa previamente analizada.

Fundamentos

Según Ramos (2008), en la búsqueda de medios y formas para resolver problemas que enfrenta una sociedad, el ser humano ha desarrollado conocimiento con intencionalidades específicas que dependen estrechamente del problema y el contexto social en que se presentan. En la construcción de ese conocimiento convergen las características sociales e individuales de los participantes, el entorno físico y las prácticas que realizan.

Asimismo en Cantoral, Farfán, Lezama y Martínez-Sierra (2006), se refiere que con estudios desarrollados bajo el enfoque socioepistemológico, se busca intervenir en el sistema didáctico en un sentido amplio, al tratar a los fenómenos de producción, adquisición y difusión del conocimiento matemático desde una perspectiva múltiple que incorpore al estudio de la epistemología del conocimiento, su dimensión sociocultural, sin ignorar el papel de los escenarios históricos, culturales e institucionales en la actividad humana.

Decimos entonces que los contextos se conciben inherentes al conocimiento y sus procesos de construcción y difusión, tanto en ámbitos científicos como escolares. Las instituciones educativas no son ajenas a sus condiciones y circunstancias socioculturales y, por tanto, para entender y modificar el funcionamiento del sistema didáctico cuan complejo es, resultaría necesario estudiar el contexto en dos niveles: en un *nivel micro-sociocultural* que encapsula un análisis de las relaciones entre saberes matemáticos, estudiante y profesor; y un *nivel macro-sociocultural* que incorpora el análisis de las relaciones entre conocimiento, sociedad e institución educativa.

Considerar los procesos de institucionalización significa no perder de vista que el conocimiento no puede ser producto de una sola persona, sino un producto cultural, empero representada en los individuos a través de *roles*, en los cuales hacen uso de algún conocimiento. La sociedad es quien ha producido y sigue produciendo conocimiento a través de la institucionalización (García, 2008). Asumimos en consecuencia que el contexto modifica el pensamiento o actuar de los individuos, pudiendo reconocer procesos y mecanismos de institucionalización de un conocimiento en la inspección de aquello que cambia y lo que permanece invariante en los cambios producidos por la influencia sociocultural. El contexto habrá de modificarse solo por un proceso de socialización, esto es, por la afectación de una comunidad, no por la acción de un individuo. Véase por ejemplo los trabajos de Covián (2005); Tuyub (2008); García Torres (2008); López (2010); Torres (2010).

La influencia del contexto en las formas de construcción de conocimiento matemático y de pensar científico puede mirarse también en las condiciones específicas de producción y difusión de la Teoría de Funciones Analíticas de Lagrange, tales como la contingencia sociopolítica francesa en el siglo XVIII y los cambios en las condiciones laborales del físico matemático, que incidieron notablemente en la construcción y difusión de conocimiento relativo al Cálculo y el Análisis, a partir de la elaboración de discursos matemáticos escolares que sintetizaban la matemática de su tiempo para introducir a los aprendices de la École Polytechnique al conocimiento de las ciencias (Espinoza y Cantoral, 2010).

Método

El proyecto comprende diversas investigaciones de naturaleza metódica distinta en las que se estudiará el papel de los contextos en varias direcciones, a saber:

- a. La formación de profesores de matemáticas. Bajo este eje de investigación se espera obtener indicadores sobre la organización de contenidos matemáticos según las características de los criterios que, con esta intención, emplean profesores de educación media para su práctica de enseñanza. Las técnicas de investigación consistirán en observaciones y entrevistas clínicas.
- b. La adquisición de conocimiento matemático en estudiantes. En esta dirección se busca determinar las acciones o etapas que favorecen la adquisición de aprendizajes matemáticos, mediante la identificación de las características de los recursos, estrategias y formas de pensamiento empleadas por estudiantes en la resolución de tareas o situaciones matemáticas específicas. Las técnicas de estas investigaciones comprenden observaciones clínicas y estudios de casos.
- c. La organización de saberes matemáticos escolares. La intención es obtener indicadores para la organización escolar de saberes matemáticos basada en prácticas, a partir de estudios etnográficos en los que se analizarán variables socioculturales de contexto asociadas a la constitución de conocimiento matemático en comunidades científicas y de profesionales.

El estudio se está llevando a cabo en dos dependencias de educación media de una institución de educación media y superior, con la participación de profesores, estudiantes y autoridades administrativas. Actualmente se trabaja en la fase inicial del proyecto que consiste en identificar y clasificar la población estudiantil avanzada según indicadores de logro académico y características socioculturales y económicas.

Ejemplificando lo sociocultural en distintos niveles y escenarios

A continuación se ilustrará mediante ejemplos concretos, algunos procesos de construcción y adquisición de conocimiento matemático que hemos identificado en escenarios no escolares y no matemáticos (es decir, en donde no se resuelven problemas matemáticos explícitos, ni se intenta modelar algún fenómeno matemático con alguna fórmula o gráficas como las de cálculo).

En Tuyub (2008) se muestra cómo en una práctica científica específica (toxicología) se identifican ciertas condiciones y circunstancias de naturaleza social que “norman” la producción y uso de conocimiento – matemático –. Se trata de una situación donde un científico enfrentaba un problema nuevo y en su proceso de solución no solo usaba conocimiento de corte biológico sino también matemático, por ejemplo, aspectos asociados al uso de la noción de función matemática de varias variables, traducido en un análisis de gráficas que involucraban tres dimensiones. El científico efectuaba este proceso para tomar decisiones sobre una necesidad de la comunidad a la cual pertenecía: disponer de un protocolo para obtener aspectos específicos de los genes humanos; es decir, sus condiciones eran estandarizar una técnica nueva. Para obtener el protocolo creó una herramienta bajo circunstancias de un laboratorio con poco equipamiento y muestras escasas, sin embargo, sus experiencias con muestras similares e interacciones con colegas, la experiencia amplia que tenía en otros proyectos, conocimientos en entes parecidos y

en otras disciplinas como la biología molecular, así como las expectativas de obtener una muestra pura, fueron factores que le permitieron obtener el protocolo nuevo, como se ilustra en la imagen 1.



Imagen 1. De izquierda a derecha, escenas de la interacción entre iguales.

En la segunda escena la experiencia para determinar si la muestra obtenida es pura, en la tercera escena se emplean técnicas nuevas por la *socialización* entre colegas de otros departamentos de investigación, en la cuarta escena se muestra el conocimiento teórico referente que sirvió de base, aunque ese protocolo fue elaborado con otros objetivos.

Una situación que apoyó la estandarización del protocolo fue la optimización de recursos, tanto de las muestras como del tiempo invertido y cantidad de sustancias precisas para obtener los resultados valorados por la comunidad. Si los resultados que obtenía el científico eran como “deben” de ser para esa comunidad, entonces el protocolo es aceptado al menos por esa comunidad, cotejando mediante el uso de gráficas llamadas “fotos de geles” (ver imagen 2).

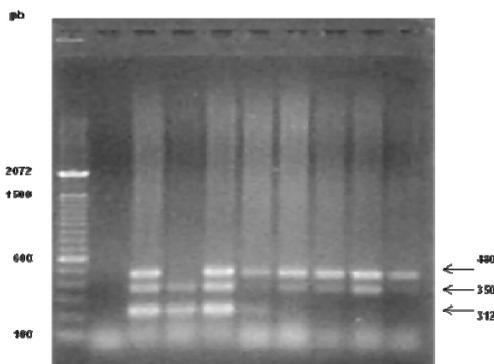


Imagen 2. Gráfica de fotos geles

La imagen es obtenida experimentalmente; resultado de un proceso. Las amplificaciones de los genes son las bandas definidas a ciertas alturas, la ausencia de bandas indica la no presencia de ese gen en el individuo estudiado.

En la investigación de García-Torres (2008), basada en una comunidad de ingenieros Biomédicos al momento en que obtenían las condiciones óptimas de un material que se coloca en instrumentos quirúrgicos; se reconoció un mecanismo de institucionalización que denominó *equilibración de relaciones asimétricas* y lo caracterizó como el proceso en el que se busca el equilibrio en una relación de naturaleza jerárquica manifestada a través de dos roles entre el doctor a cargo de un proyecto y el tesista del proyecto, representados por el saber experimental y

el saber teórico respectivamente, teniendo como base el principio de consistencia y un problema común.

La importancia de analizar el papel de las condiciones y circunstancias en este estudio, se hace notar en las necesidades del proyecto de determinar la temperatura ideal en la que el material optimiza sus componentes (ver imagen 3). La gráfica a) representa una de las obtenidas al principio de la investigación, en ella se aprecian varios máximos de temperatura, pero conforme avanzaba el proyecto se ajustó el material a partir de las interacciones, concesos, uso de nociones matemáticas y otros factores, para así obtener la gráfica b), en donde ya se define un único punto máximo.

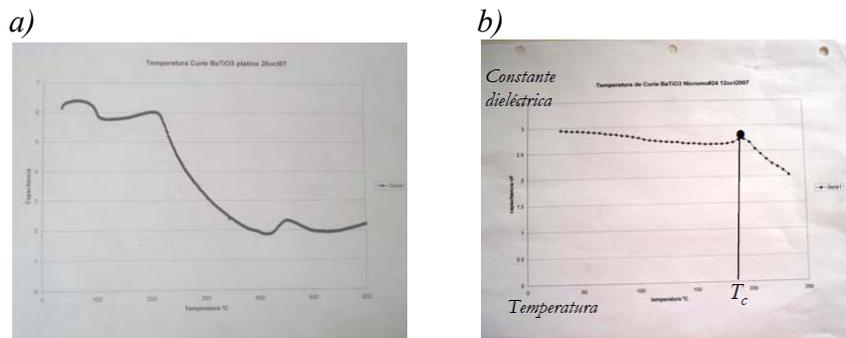


Imagen 3

En la imagen 3, se observan gráficas obtenidas experimentalmente al colocar un material con porcelana a temperaturas altas para encontrar su temperatura óptima, identificada como puntos máximos en las gráficas, similares a las que se aprecian en el entorno escolar.

En la interacción se pudo inferir la difusión del saber que permitió al tesista pasar de una persona con conocimientos obtenidos sólo de lecturas, a una persona que ha construido un conocimiento por la discusión de un problema en condiciones específicas.



Imagen 4

En la imagen 4, se muestran los referentes utilizados para la discusión y obtención del punto óptimo de temperatura. De izquierda a derecha se muestra la utilización de libros, la comparación de graficas de una denominada testigo, como una curva estándar y otra que se obtuvo experimentalmente.

En los trabajos de Torres (2010) y López (2010) se ejemplifica cómo al analizar el contexto en el que tiene lugar una actividad humana, se identifican aspectos sociales y culturales determinantes en la construcción y adquisición de un conocimiento matemático específico. Particularmente en el trabajo de Torres se da cuenta de cómo la gesticulación, en tanto componente cultural, favorece el éxito de las personas en ciertas tareas matemáticas, en tanto que la ausencia de ésta, dificulta tal éxito y consecuentemente, el acceso a un conocimiento. Así mismo se muestra cómo las diferencias en las experiencias escolares de los jóvenes de secundaria, bachillerato y universitarios se hace evidente en los procesos de socialización e interacción con la situación. En la imagen 5 se identifica a un joven interactuando gestualmente con sus pares y con la situación.



Imagen 5. Gesticulación y apoyo visual en gráficas

En López (2010) se discute cómo el uso de expresiones coloquiales en jóvenes de distintos niveles educativos (básico, medio y superior), en combinación con una actividad matemática de predicción del comportamiento de un sistema de cambios, les posibilita indistintamente de nivel educativo, género o edad, llevar a cabo acciones para identificar relaciones entre variables, cuantificar cambios, establecer supuestos y desarrollar estrategias o métodos; validando sus soluciones y convenciendo a pares. Véase lo dicho en un episodio extraído de lo acontecido durante el planteamiento y desarrollo de una situación numérica - gráfica referente al movimiento de tres partículas:

*“Pues yo me fijé que al principio (se dirige al estudiante S2 indicándole sus tablas y sus gráficas) la **primera tabla es constante**, la segunda fijate **¿Cuánto avanzó al principio?** (señalando la tabla de la partícula 2) es la que avanzó menos, pues significa que es la punteada (señalando la gráfica punteada); y la tercera pues avanzó más que la segunda (indicando la tabla de la partícula 3). Pues es la delgada (señalando la gráfica delgada) y al final como había quedado la anterior, **gana la segunda** (indicando el extremo derecho de la gráfica punteada) y eso se platearía para decir que...” (López, 2010, p.44).*

En ambas investigaciones lo social y cultural forma parte de la actividad matemática del estudiante.

Raciocinios

En el estudio se reconoce la complejidad del funcionamiento del sistema didáctico, sin embargo, se asume que entendiendo el papel que las variables de contexto tienen en el funcionamiento de

dicho sistema, es posible identificar algunas variables significativas que posibiliten afectarlo favorablemente.

Así, se considera que en una comunidad que interactúa por razón y en razón de una institución (institución educativa), se define un contexto específico a partir del cual se han de generar procesos, mecanismos de adquisición, construcción y difusión del conocimiento. En tal sentido, los cambios en un sistema social (sistema didáctico en un sentido amplio), deben entenderse y explicarse desde el seno de las comunidades. Esto es, desde los contextos socioculturales de las comunidades.

Referencias

- Aparicio, E., Cantoral, R. (2007). La formazione della nozione di continuità puntuale presso gli studenti dell'università. Un approccio socioepistemologico. *La Matematica e la sua Didattica. Pitagora Editrice Bologna*, 21(2) 163-196.
- Aparicio, E., Cantoral, R. (2006). Aspectos discursivos y gestuales asociados a la noción de continuidad puntual. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9(1), 7-30.
- Aparicio, E., Cantoral, R. (2003). Sobre la noción de continuidad puntual: Un estudio de las formas discursivas utilizadas por estudiantes universitarios en contextos de geometría dinámica. *Epsilon 56*, 169-198.
- Cantoral, R. (2009). Tendencias de la investigación en matemática educativa: del estudio centrado en el objeto a las prácticas. Conferencia plenaria en la Vigésimo Tercera Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa, Julio, Santo Domingo, República Dominicana.
- Cantoral, R., Farfán, R., Lezama, J. y Martínez-Sierra, G. (2006). Socioepistemología y representación: algunos ejemplos. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. Special Issue on Semiotics, Culture and Mathematical Thinking*. L. Radford, L. and D'Amore, B. (Guest Editors) 27 - 46.
- Chappet, M. (2004). Comparaison de pratiques D' Enseignants de Mathématiques Relations Entre Discours Des Professeurs Et Activités Potentielles Des Élèves. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 24(2.3), 251 – 284.
- Cordero, F. (2003). *Reconstrucción de significados del Cálculo Integral: La noción de acumulación como una argumentación*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Covián, O. (2005). *El papel del conocimiento matemático en la construcción de la vivienda tradicional: El caso de la cultura maya*. (Tesis inédita de Maestría). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. México.
- Crespo, C., Farfán, R. y Lezama, J. (2009). Algunas características de las argumentaciones y la matemática en escenarios sin influencia aristotélica. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 12(1), 29 – 66.
- Edwards, L. (2009). Gestures and conceptual integration in mathematical talk. *Educational Studies in Mathematics*, 70, 127 – 141.
- Espinoza, L. y Cantoral, R. (2010). Una propuesta metodológica para estudios socio históricos: el caso de la teoría de funciones de Lagrange. En P. Lestón (Ed.), *Acta Latinoamericana de*

Matemática Educativa 23, (pp. 889-897). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

García-Torres, E. (2008). *Un estudio sobre los procesos de institucionalización de las prácticas en ingeniería biomédica. Una visión socioepistemológica*. (Tesis inédita de Maestría). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. México.

Guida de Abreu, M. (2000). Relationships Between Macro and Micro Socio-Cultural Contexts: Implications for the Study of Interactions in the Mathematics Classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 41, 1-29.

Lerman, S. (2001). Cultural, discursive psychology: a sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. *Educational studies in mathematics*, 46, 87–113.

O' Connor, M.C. (1998). Language Socialization in the mathematics classroom: Discourse practices and mathematical thinking. In M. Lambert and M.L. Blunk (Eds.) *Talking Mathematics in School: Studies of Teaching and Learning* (pp. 17-55). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

López, A. (2010). *Análisis de recursos y herramientas matemáticas empleadas por estudiantes en actividades predictivas*. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán.

Núñez, R. (2006). Do real numbers really move? Lenguaje, thought, and gesture: The embodied cognitive foundations of mathematics. En R. Hersh (Ed.) *18 unconventional essays on the nature of mathematics* (pp. 160 – 181). New York, USA: Springer.

Radford, L. (2003). Gestures, speech and the sprouting of signs. *Mathematical Thinking and Learning*, 5(1), 37 -70.

Ramos, S. (2008). El contexto, la predicción y el uso de herramientas; elementos socioepistemológicos de la matematización de la economía. En P. Lestón (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 17*, (pp. 795-805). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Sfard, A. (2001). There is more to Discourse than Meets The Eras: Looking At Thinking As Communicating To Learn More About Mathematical Learning. *Educational Studies in Mathematics*, 46, 13 – 47.

Torres, L. (2010). *La noción de predicción matemática en situaciones variacionales. Un estudio de construcción de discurso*. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán.

Tuyub, I. (2008). *Un estudio socioepistemológico de la práctica toxicológica: un modelo de la construcción social del conocimiento*. (Tesis inédita de Maestría). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. México.