

CARÁCTER SITUADO DE LA MATEMÁTICA ESCOLAR. UN ESTUDIO CUALITATIVO INSTITUCIONAL

Andrés Chi, Eddie Aparicio

CIMATE. FACULTAD DE MATEMÁTICAS, UAGRO; CIMATE. FACULTAD DE MATEMÁTICAS, UADY

chichableag@gmail.com, alanda@uady.mx

Resumen: *La aproximación Socioepistemológica toma como tesis fundamental que son un conjunto de prácticas, de naturaleza social, las que posibilitan la construcción del conocimiento matemático y por otro lado, asume que el conocimiento es histórica, social y culturalmente situado. Tomando como fundamento teórico estos supuestos, interesó estudiar las formas en cómo una comunidad específica de profesores universitarios dicen impartir, entender y explicar el cálculo. Como parte de los hallazgos se concluye que las acciones desarrolladas por los individuos en un marco institucional escolar, están “normadas” y reguladas por los escenarios en los cuales se desenvuelven, particularmente, los de naturaleza social y cultural, de allí que dichas acciones sólo adquieran sentido y significado si son situadas al seno de tales escenarios.*

Palabras Clave: Cálculo, escenario escolar, profesores, ingeniería

Introducción

El estudio de procesos de construcción de conocimiento matemático sea en ámbitos escolares o fuera de estos, es la principal actividad de la Matemática Educativa en tanto disciplina científica; una muestra de la importancia de tales estudios se puede observar en la existencia de diversos paradigmas que guían las investigaciones en el campo, por ejemplo, estudios al seno de la teoría de situaciones didácticas, de la etnomatemática y de la aproximación socioepistemológica. Respecto a la aproximación socioepistemológica, en Montiel (2005) se ofrece evidencia de que son un conjunto de prácticas de naturaleza social las que en principio permitieron a las

personas dedicadas a la actividad matemática, construir conocimiento matemático, esto es, los estudios astronómicos de los griegos y de culturas precedentes a ellos estaban normados por la práctica social de anticipación. Estas prácticas permitieron al ser humano modificar su entorno y realidad. Hoy día no se puede negar que el ser humano se encuentre en la misma problemática, modificar su entorno y realidad, desarrollando a su vez un conjunto de prácticas de orden social. Tal es el caso de comunidades “sofisticadas” como la de los científicos matemáticos, ingenieros, pedagogos, didactas, etc., y aun se pudiera pensar que esto mismo sucede en comunidades “elementales” como la de herreros, alarifes, artesanos, electricistas, etc.

En el caso del conocimiento matemático en escenarios escolares, los diversos trabajos apuntan a que el sistema didáctico y/o las instituciones educativas, condicionan al saber. Por ejemplo, D’Amore (2000), muestra a través de una serie de ejemplos, cómo el saber matemático escolar se hace dependiente del escenario en el que uno se encuentre (cuando estos escenarios son los históricos, sociales y culturales, es a lo que llamamos el carácter situado), esto es, si bien la actividad de multiplicar el valor de una almeja por el número de almejas es sensato escolarmente, en el ámbito de los pescadores esta operación es inadmisibile, pues jamás se contarían las almejas contenidas en una caja. Pero, por otra parte, si bien el contar es una práctica muy racional en el contexto de nuestro vivir diario, esto mismo es inadmisibile escolarmente, imagínese ¡contar seis veces doce! en lugar de multiplicar seis por doce. Este hecho señala el autor, se debe a que las manipulaciones sintácticas de la escuela vuelven sensato en ausencia de un contexto real, las operaciones que se puedan realizar. Así, en palabras del autor, el saber vuelto institucional condiciona las normas no sólo del acceso a él, sino también las normas de su uso. Luego entonces, en términos de los aprendizajes, los trabajos de Moreno (1999) citado en D’Amore (2000) y Brousseau (1997), ofrecen indicios para pensar que el aprendizaje responde a escenarios específicos, por ejemplo, este último autor señala que las acciones y el

pensamiento de los estudiantes en situación escolar, responden a las cláusulas del *contrato didáctico* que se ha establecido entre profesor y alumno.

Es así que, mientras por un lado se aporta evidencia de que ciertos procesos de construcción de conocimiento matemáticos se instalan en términos de prácticas sociales, actividad humana o prácticas de referencias, por otro lado, en los ámbitos escolares se privilegia el uso de manipulaciones sintácticas, algoritmos y técnicas, con la finalidad de generar o más bien, reproducir el conocimiento matemático.

Investigaciones como las desarrolladas por Arrieta; Buendía; Ferrari; Martínez; Suárez; (2004), Covian (2006), dan evidencia de que lo que le da sentido y significado a la matemática escolar, no es en si la definición del concepto o su estructura axiomática, sino un conjunto de prácticas de naturaleza social que el ser humano desarrolla por voluntad propia y que a su vez posibilitan la construcción del concepto matemático. Más el sistema educativo a través del currículo o los libros empleados para la instrucción, privilegian la idea de un aprendizaje por medio de una estructura axiomática o de la definición del concepto matemático para posteriormente intentar proveer de una funcionalidad a dicho concepto. Sin embargo, el valor funcional del concepto matemático, histórica y epistemológicamente, antecede al valor teórico, esto es, *el último paso para concretar un concepto matemático es exactamente definirlo en términos de las estructuras en las cuales éste interviene y de las propiedades que satisface* (Brousseau, 1997).

Bajo este esquema se plantea pertinente realizar un estudio sobre las formas en que cierto grupo de profesionistas encargados de la educación matemática a nivel universitario, particularmente profesores de cálculo, dicen impartir, entender y explicar el cálculo en sus cursos.

Así, la intención y el centro de atención consistió en analizar las posibles relaciones que se establecen entre el sistema didáctico, la producción de conocimiento matemático y el carácter situado de la actividad escolar. La tesis consiste en plantear que son las circunstancias contextuales las que proveen de sentido a las acciones que

en algún momento realizan o dejan de hacer los individuos o grupos de éstos. Incluso, la misma cultura se ve modificada por tales circunstancias que evolucionan a fin de adaptarse a las nuevas formas de entender y explicar la realidad.

Método

Dado el interés de estudiar las formas en que la actividad humana participa en los procesos de construcción de conocimiento matemático en un escenario particular, la tarea fue indagar, bajo un enfoque sociocultural, sobre los usos, condiciones y mecanismos de difusión de la matemática en situación escolar. Tomando como base conceptual lo que se indica en el esquema de la figura 1, se diseñó una entrevista semiestructurada que posteriormente se aplicó a tres profesores representativos del área de cálculo en una Facultad de Ingeniería. El criterio básico de selección de los profesores fue su experiencia como docentes y diferencia en años de servicio en dicha dependencia educativa. En lo sucesivo se llamará a estos profesores: profesor A (PA), profesor B (PB) y profesor C (PC), donde sus años de servicio son de cuatro, veinte y, cuarenta y ocho años, respectivamente.

Posterior a la aplicación de la entrevista, se procedió a analizar los datos con base en la aproximación teórica de la socioepistemología. Esta aproximación plantea como fundamental problematizar al saber matemático a través de la atmósfera donde éste surge, escenarios sociales, con la finalidad de proveer explicaciones a los fenómenos didácticos, es decir, se ocupa de desnaturalizar o desmatematizar el saber matemático al aceptar que antes de hablar de un concepto matemático, habrá que hacerlo sobre un complejo de prácticas de naturaleza social, que den sentido y significado al saber matemático, en nuestro caso, el escolar. De esta manera, se acepta que se puede generar matemática externa a ella, es decir, por medio de una praxis que evoluciona y se convierte en lo que norma la actividad matemática (práctica social).

Se considera a lo social como aquellas formas de pensamiento externas al individuo que son compartidas por encima de la media y que están investidas de un poder

normativo, y a lo cultural, como ciertas prácticas o conocimientos preexistentes a la sociedad contemporánea, es decir, son aquellas transmitidas y/o adoptadas por la sociedad precedente. Cabe señalar que, se presupone que tanto los elementos sociales como los culturales pueden ser encontrados en las respuestas que los individuos den, aunque para este caso, se quiso complementar las respuestas del cuestionario con las acciones que los individuos han desarrollado anteriormente con una finalidad instruccional por medio de un breve análisis de corte histórico.

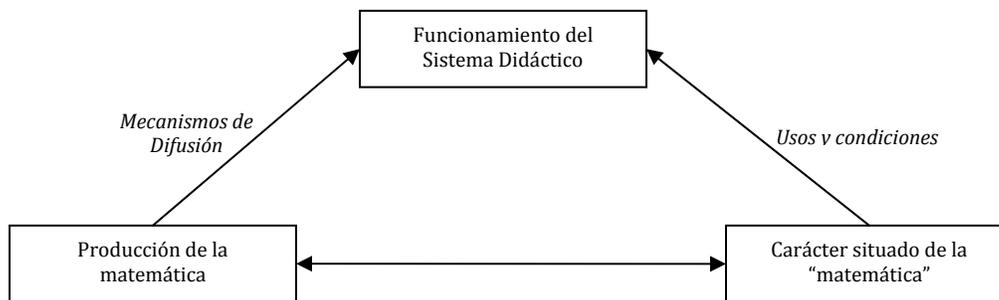


Figura 1: Triángulo sociocultural del funcionamiento del sistema didáctico

Resultados

A partir de un breve análisis “histórico” de la situación escolar de la dependencia respecto a sus programas educativos, se ofrecen ciertos datos de cómo dicha comunidad ha venido desarrollando una serie de acciones con la finalidad de mejorar los procesos de enseñanza, aprendizaje, tales acciones se pueden consultar en su portal web (Ingeniería, 2006):

- Se desarrollan proyectos tales como la organización de los profesores por academias, mejorar la planta académica, desarrollo de investigación, desarrollo de los programas educativos, entre otras acciones.

- Se implementan una serie de modificaciones en los planes de estudio tales como: flexibilidad, integración de un tronco común, metodologías orientadas hacia el aprendizaje y al logro del estudio independiente, facilidad en la movilidad estudiantil, formación integral de los estudiantes, vinculación con el entorno, facilidad de una titulación temprana, participación de estudiantes en proyectos de investigación, inclusión de evolución de trayecto.
- Se ofrece a la planta docente diversos cursos, diplomados y talleres tales como: *estrategias de aprendizaje, estrategias para la enseñanza con un enfoque constructivista (en 2 ocasiones), computación educativa, ¿quiero mejorar mi clase de física?, competencias educativas para el siglo XXI, constructivismo en ingeniería, sistema de educación en línea.*

Se puede notar que los diversos proyectos que dicha dependencia ha tratado de llevar a cabo, son con la finalidad de que los individuos convivan en ámbitos multiculturales y multidisciplinares y a su vez acojan nuevas formas de visualizar los fenómenos en su campo.

A continuación se presentan algunos extractos que se derivaron de la entrevista realizada con los tres profesores ya citados. La notación utilizada queda definida de la siguiente manera:

[...]: silencio de más de tres segundos

//: interrupciones o corte de la palabra por parte del entrevistado

(*cursivas*): intervención del entrevistador

Pregunta 1. *Imagine que tuviera que explicarle a un estudiante qué es el cálculo, ¿Qué le diría?*

PA: [...] bueno el cálculo al que creo que te refieres, el cálculo diferencial e integral, básicamente le diría que es una herramienta matemática que se

encarga de estudiar los cambios, los cambios [...] que sufre alguna [...] función o relación.

PB: [...] En mi caso particular, como siempre he dado clase a los alumnos de ingeniería, pues les diría que es una materia básica para poder hacer sus aplicaciones en ingeniería.

PC: [...] No creo que te pueda decir en pocas palabras, tendría que ser una cosa muy extensa, algo extenso.

Se pueden percibir dos visiones del cálculo, una que será llamada el cálculo escolar y la otra, simplemente cálculo, la primera refiere al cálculo como un *conocimiento escolar* que antecedente o bien, es requisito para tener cierto entendimiento de otros conocimientos considerados más avanzados. La segunda refiere al cálculo como el *estudio de los cambios* que se presentan o tienen lugar en un sistema. Nótese que entre el PB y el PC, se percibe un visión compartida, estos profesores cabe decir, son los de mayor años de antigüedad en la dependencia. Tal visión se piensa es en esencia escolar. Por su parte, el PA posee una visión distinta a la de sus colegas respecto al cálculo y parece ser que dicha distinción está asociada a su joven experiencia como docente en la dependencia.

Pregunta 2. *¿Cómo caracterizaría su práctica docente que realiza hoy día?*

PA: Lo tradicional ¿no?, respecto, ¿a dar clases te refieres?, (Si), lo tradicional, una exposición de los temas, en lo que se refiere, y cuando quiero hacer una graficación, pues llevo algo, una maquina para proyectar la gráfica porque siempre es difícil hacerlo, sobre todo si es en tres dimensiones, es todo.

PB: Este, normalmente siempre trato de buscar el mejor método para que el alumno entienda, pero siempre me queda esa espinita de que hay algo mejor,... a veces que ellos pasen a la pizarra, a veces dinámicas de grupo y a veces trato

de llevarlos al centro de computo usando el SWC, Scientific Word Places para poder comprender un poquito y no sientan lo abstracto de las matemáticas.

PC: Pues trato de que el alumno aprenda, (*¿de que manera realiza esto?*), bueno, ahora estamos tratando de cumplir con el nuevo meto// modelo educativo de la universidad, el constructivismo es lo que estamos tratando de adaptar al dar las clases de cálculo.

PA, abiertamente declara que su práctica es de manera tradicional, en tanto que los otros dos profesores, PB y PC, no expresan una práctica tradicional, no obstante, a través de algunas palabras clave como método de aprendizaje y de las acciones que dicen desarrollar, tales como exponer o mostrar, y de lo que se percibe en otras partes de la entrevista, se desprende que sus prácticas docentes es de manera tradicional –axiomática–. No obstante, cabe decir, se percibe un esfuerzo por modificar con el uso de computadoras y software matemáticos, la o las formas actuales de llevar a cabo el proceso de instrucción matemática.

Pregunta 3. *¿Cómo organizan un programa o currículo de cálculo? Es decir, ¿cuáles son las consideraciones o aspectos que se toman como ejes para desarrollarlo?*

PA: En el caso de la Facultad de Ingeniería, hay un organismo que se encarga de las evaluaciones, hace poco vinieron los miembros del *Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería* (CACEI), que es el cuerpo que evalúa la enseñanza de la ingeniería, básicamente ellos tienen un estándar nacional donde dicen qué temas son los apropiados y creen convenientes que se vean, eso es lo que se sigue.

PB: Primero que nada hacer una revisión de los estándares nacionales de lo que pide el CACEI, de lo que pide CENEVAL (Centro de Nacional de Evaluación), y en función de eso, de los temas que supuestamente son los mínimos para una carrera de ingeniería, es que hacemos el currículo de la materia. Claro que

también vemos las materias que van a estar seriadas, es decir, lo que ellos necesitan; las materias de aplicación de ciencias de la ingeniería.

PC: Pues lo que se ha hecho siempre, este [...] investigar [...] en las asignaturas correspondientes de la ingeniería básica y la ingeniería aplicada, qué es lo que ellos necesitan como fundamento para sus asignaturas y en base a eso se han hecho los programas de cálculo.

Es de notar la implicación de organismos externos a nivel nacional que interaccionan a su vez con otros de nivel internacional para normar la enseñanza del cálculo en el área de las ingenierías. A su vez, se reitera la visión del cálculo como un antecedente (en PB y PC) y en PA de no verlo de la misma manera.

Discusión

El cálculo escolar

Los resultados obtenidos indican la existencia de ciertos mecanismos que le imprimen sentido y coherencia al cálculo, puesto que bajo este esquema tiene mucho sentido el percibirlo como un antecedente a las ecuaciones diferenciales y al análisis matemático, visión que reduce al cálculo a algoritmos y técnicas algebraicas, en contraposición de la visión de un cálculo como el estudio y cuantificación de fenómenos de variación y cambio, que le dan un valor más funcional a dicho saber. Dicho de otro modo, existe toda una serie de mecanismos de naturaleza escolar entorno al currículo de cálculo que le provee de un restringido sentido y significado.

Sin embargo, esta visión compartida que limita al cálculo a verlo de una manera y no de otra, se señala, tiene un carácter social y cultural, pues de qué otra manera esta creencia se generaliza entre los individuos y regularía sus acciones. Puesto que lo escrito (con esto se hace referencia a los diversos proyectos con finalidad instruccional, por ejemplo, el currículo) y las acciones desarrolladas para sobrellevar

a cabo lo escrito no tuvieron los efectos deseados, antes bien fueron los mecanismos socioculturales los que influyeron para que las acciones de los individuos se desarrollaran de la misma manera, tradicional.

De manera que, bajo el esquema planteado se puede decir que son dichas circunstancias las que promueven en el profesorado a actuar de la manera referida, y si se acepta que dichas visiones guían sus acciones en el aula, habría que advertir como el cálculo escolar de poco en poco, adquirirá connotaciones diferentes, aunque ellas tenderían a converger a medida que el proceso cultural vaya teniendo efecto.

Para lograr cambios significativos en este sentido, es menester, no solo el considerar la existencia de una cultura en torno al currículo y a la práctica docente, sino el conocerla y reconocerla, pues no se crea y se construye sobre la nada, por el contrario, se construye sobre tradiciones y costumbres, que son ahora inherentes a los individuos, que en muchas ocasiones están investidos de un poder coercitivo que obliga a modificar los pensamientos e incluso las conductas.

Lo social escolar y simplemente, lo social

La educación matemática en la Facultad de ingeniería donde se llevó a cabo el estudio, se considera está vinculada a ciertos organismos externos que tratan de regular y guiar la enseñanza, tratando de que los programas de estudio, estrategias de enseñanza, infraestructura, etc., se apeguen a ciertos estándares nacionales que a su vez son puestos de manera colegiada con otros organismos internacionales, esto habla y da muestra de que tanto la sociedad como los individuos no son seres aislados, por el contrario, son sujetos que conviven y se desarrollan en ámbitos multiculturales, pero que en consecuencia tendrán que consensuar sus formas de pensamiento para que ello permita adaptarse a las nuevas circunstancias de este mundo globalizado. Esto permite explicar de alguna manera, porqué los currículos escolares se modifican y se agregan elementos tales como flexibilidad, facilidad para una movilidad estudiantil, metodologías orientadas al aprendizaje, etc., y a su vez, los mismos académicos se ven inmersos en estos movimientos al reunirse por grupo colegiados,

academias. De esta manera, es como se hace innegable que los seres inmersos en este sistema no se pueden enajenar del todo de otros escenarios que al igual les da cabida. Esto reafirma de alguna manera la primera parte de nuestra tesis plateada.

A partir de este hecho, se nutre la idea de que no sólo las formas pedagógicas de enseñanza son las que evolucionan ante este proceso de globalización, sino que el propio saber matemático e incluso las teorías que lo explican, sufren transformaciones. Esto habla de una evolución en las formas de ver y entender la realidad, es decir, la cultura, para el caso particular atendido en este trabajo, la escolar de esta institución, tiende a evolucionar para adaptarse a las nuevas formas de entender y explicar su realidad.

De manera que son los escenarios sociales y culturales en sus diversos niveles (social, institucional, comunidad de profesores, comunidad de alumnos, etc.) los que dotan de cierto sentido y significado a las acciones y prácticas que se hacen o dejan de hacer entorno a la educación matemática, y a su vez tiende cada uno a modificarse según las circunstancias a las cuales están expuestos.

Conclusiones y reflexiones

Se puede decir que en efecto, son las circunstancias las que proveen de sentido a las acciones que en algún momento realizan o dejan de hacer los individuos o grupos de éstos. Incluso, la misma cultura, se ve alterada por tales circunstancias, pues éstas deben evolucionar a fin de adaptarse a las nuevas formas de entender y explicar la realidad.

Sin embargo, asumir este hecho da pie a pensar en que aun falta generar un gran abanico de conocimientos en la disciplina, que permita dar cuenta acerca de los diversos escenarios y de su papel en los procesos de construcción, difusión e institucionalización de los saberes matemáticos. Y aunque si bien en este sentido existen diversas investigaciones que permiten dar cuenta de las diversas dimensiones

como la cognitiva, epistemológica, didáctica, social y cultural, la mayoría, dan cuenta del pasado, presente de estas dimensiones o de otro escenario que no es el sociocultural, y de esta manera pretenden implementar estrategias en pro de solventar problemáticas ligadas a estos aspectos o dimensiones, pero desde la perspectiva aquí expuesta, las problemáticas evolucionan con el paso del tiempo, pues los escenarios no son estables.

Finalmente, la manera de generar cambios y explicaciones a los fenómenos didácticos relacionados con la matemática, debe darse al seno y en el marco de los escenarios donde se ubica el fenómeno en cuestión, pues son en estos escenarios donde ellos adquieren un sentido y significado específico, que no son establecidos propiamente por los individuos. Se entiende que estos escenarios son múltiples, es decir, son donde surge un particular tipo de saber, los aspectos de orden cognitivo, los didácticos, los de la sociedad, los de la institución, etc., y deben ser considerados al menos en sus tres tiempos: pasado, presente y futuro, con una orientación integral.

Bibliografía

Arrieta, j.; Buendía, G.; Ferrari, M.; Martínez, G.; Suárez, L. (2004). Las prácticas sociales como generadores de conocimiento matemático. *Acta latinoamericana de matemática educativa*. Vol. 17. pp. 418-422.

Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. Boston, London. Kluwer Academia Publishers. Editado y trasladado por Nicolas Balacheff, Nartin Cooper, Rosamund Sutherland y Virginia Warfield.

Cantoral, R. y Covian, O. (2006). El papel del conocimiento matemático en la construcción de la vivienda tradicional: el caso de la cultura Maya. *Acta latinoamericana de matemática educativa*. Vol. 19. pp. 831-836.

Chi, A. (2006). *Un estudio sobre el carácter situado de la matemática escolar*. Tesis de licenciatura no publicada. Mérida, Yucatán, México.

D'Amore, B. (2000). Escolarización del saber y de las relaciones: efectos sobre el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática educativa (RELIME)*. Vol. 3, Núm. 3, noviembre, 2000, pp. 321-338

Ingeniería. (2006). *Historia*. Recuperado de: <http://www.ingenieria.uady.mx/historia/index.html> en noviembre de 2006.

Montiel, G. (2005). *Estudio socioepistemológico de la Función Trigonométrica*. Tesis de Doctorado no publicada. CICATA del IPN, México.