Análisis del contexto topográfico para el diseño de actividades didácticas para el Bachillerato

Olda Nadinne **Covián** Chávez
Posgrado en Matemática Educativa, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN)
México
nadinne.olda@gmail.com
Avenilde **Romo Vázquez**
CICATA-IPN
México
avenilderv@yahoo.com.mx

Resumen

La caracterización de las matemáticas en contextos prácticos y profesionales ha evidenciado que éstas son de naturaleza diferente. En este sentido, en Matemática Educativa se han desarrollado trabajos enfocados en la caracterización de posibles relaciones, sus usos y posibles puentes de los conocimientos matemáticos entre dichos contextos. En este documento se reportan los principales resultados del trabajo doctoral reportado en Covián (2013) desde el cual se analiza el uso de las matemáticas en el contexto topográfico y de su enseñanza para que con base en los resultados obtenidos se puedan proponer elementos para el diseño de actividades didácticas en el bachillerato.

Palabras clave: Escenarios, Institución, Usos, Actividades Didácticas.

Introducción

En Matemática Educativa se reconoce la importancia de caracterizar las matemáticas desde diferentes contextos (cultura, vida cotidiana, práctica profesional, escuela, etc.) para analizar las posibles relaciones entre estos y la naturaleza de los conocimientos y saberes matemáticos que ahí se encuentran. En un análisis realizado en Covián (2013) en trabajos situados en contextos ajenos al escolar (Carraher, Carraher, & Schliemann, 1991; Covián, 2005; Lave, 1988; Solares, 2011) se pudo reconocer ciertas distancias entre los escenarios escolares y no escolares, en específico en la construcción y uso de conocimientos matemáticos. Se observó que cada contexto tiene sus propias condiciones y restricciones, las cuales determinan o rigen los usos de los conocimientos que ahí tienen lugar. También se identificaron dos escenarios considerados como extremos, la teoría y la práctica; la matemática y el uso y aplicación de conocimientos matemáticos. Sin embargo, se reconoce que siendo extremos, casi ajenos uno del otro, al interior de la disciplina matemática existen usos y aplicaciones de los conocimientos matemáticos, pero bajo condiciones completamente diferentes a las de cualquier escenario práctico. Esto puede explicar las distancias y rupturas entre los escenarios escolares y no escolares. La complejidad de estas distancias puede verse con mayor claridad al considerar escenarios de profesionales y de formaciones profesionales. Escenarios que podría creerse mantienen relaciones pues se solicitan uno al otro, pero que, no es tan natural. Camarena (1999); García-Torres (2008); Noss, Hoyles, y Pozzi (2000; 2001) y Romo-Vázquez (2009) dan cuenta que la evolución de las profesiones parece ser más rápida que la de las formaciones, demandado adaptaciones que solicitan una problematización de la incorporación de la tecnología, un cambio en las tareas matemáticas presentadas, una explicitación de validaciones teóricas y prácticas, una atención particular a la interpretación de resultados y que no consiguen realizarse a corto plazo. Además, en Romo-Vázquez (2009) se observa que entre estos escenarios extremos aparece otro, el cual también forma parte de las formaciones profesionales, las disciplinas intermediarias (DI). Éstas, juegan un papel de interface entre las matemáticas y la práctica (el uso, la aplicación e intencionalidades). Son disciplinas que tienen elementos y saberes propios de las matemáticas y de la profesión.

Trabajos como los de Bessot (2000a; 2000b) y Sträesser (2005) se centran en estudiar formaciones profesionales a nivel vocacional. Desde éstas se han planteado analizar la matemática escolares susceptible de ser aplicadas en el trabajo (construcción) y viceversa. Sträesser (2005) por su parte muestra que las matemáticas en el trabajo son importantes pero invisibles, tratadas como cajas negras (fuerte influencia de la tecnología). Y han planteado como una problemática de estudio la transición del nivel vocacional al superior.

Estos antecedentes permiten reconocer que las formaciones vocacionales también son importantes para ser estudiadas, en específico aquellas formaciones que van encausadas para el desarrollo laboral, puesto que en éstas también se plantea que los saberes enseñados puedan ser aplicados en la vida laboral. Además de representar en México un grupo importante que va en aumento con respecto al tipo de formación general. Éste es el contexto principal en Covián (2013), en específico, la formación de futuros profesionales técnicos en construcción. En este tipo de formación la característica principal es que la matemática escolar o de la formación debe estar al servicio de las DI. Por esto, el principal objetivo que se aborda en esta investigación fue el de conocer si la matemática de la formación era apropiada para la formación profesional y la práctica, en específico en la formación de futuros profesionales técnicos en construcción del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP). La DI elegida para ser estudiada fue la Topografía, presente en la formación en cursos de Levantamientos y Trazos Topográficos. La metodología desarrollada en Covián (2013) para el estudio de conocimientos escolares y conocimientos prácticos fue la de construir tres escenarios: el escenario histórico, el escenario profesional y el escenario escolar. Los dos primeros escenarios representan a la práctica. Sin embargo, para situar el estudio en el nivel vocacional se eligió una actividad común a los tres escenarios: el levantamiento topográfico. El marco teórico elegido para desarrollar esta investigación fue la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD).

Consideraciones Teóricas

La Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) es un marco que permite el estudio de problemáticas en didáctica de las matemáticas a un nivel macro-didáctico. A través de un enfoque social permite analizar la actividad humana al seno de instituciones, los saberes son parte de las organizaciones matemáticas (reconocidas como praxeologías matemáticas) que describen la actividad y pueden ser reconocidos como objetos de circulación entre instituciones de diversa índole. En efecto, los saberes son adaptados, modificados o transpuestos bajo ciertas restricciones y sustentos institucionales. La TAD ofrece un modelo epistemológico donde la actividad humana:

[…] consiste en realizar una tarea t de un cierto tipo T mediante una cierta técnica τ, justificada por una tecnología θ que al mismo tiempo permite pensarla, incluso producirla, y que en su momento es justificable por una teoría. En resumen, toda actividad pone en obra una organización que puede escribirse $[T/\tau/\theta/\Theta]$ y que se llama praxeología u organización praxeológica. (Chevallard, 1992, p.3)

Las dos primeras componentes de la praxeología forman el bloque técnico-práctico y las dos últimas el bloque tecnológico-teórico. Las instituciones son entendidas como organizaciones sociales estables, determinadas por recursos, condiciones y restricciones que han sido producidas por comunidades a través de largos procesos de enfrentamiento a situaciones problemáticas, las cuales tratan de superarse con regularidad y eficacia.

Dentro del trabajo (Romo-Vázquez, 2009) una atención particular es puesta en la noción de tecnología, como componente fundamental que permite estudiar y caracterizar las praxeologías matemáticas utilizadas en diferentes instituciones. Basándose en el trabajo de Castela (2008) en el que definen dos componentes de la tecnología: la componente teórica θ^{th} y la componente práctica θ^{p}:

> […] la tecnología está orientada hacia la producción de la práctica efectiva, cuyas funciones de justificar y legitimar la técnica así como para equiparla y para facilitar su aplicación. Junto a los elementos de conocimiento de algunas teorías pertinentes (hablaremos más adelante en la tecnología de "componente teórico", señalado como θ^{th}) figuran dentro de la tecnología el conocimiento que, según las áreas de investigación se describen como operativo, pragmático, práctico. El trabajo colectivo forjado en la experiencia, el componente práctico de tecnología (indicado como θ^{p}) expresa y capitaliza la ciencia de la comunidad de los practicantes que se enfrentan a las mismas condiciones materiales e institucionales de las tareas del tipo T, las cuales promueven la difusión dentro del mismo grupo (traducción del original en Francés, Castela, 2008, p.143).

A partir de esta noción de tecnología práctica (θp), en Romo-Vázquez (2009), se precisan seis funciones tecnológicas de la componente práctica (Describir el tipo de tareas y la técnica, validar la técnica, explicar la técnica, facilitar la aplicación de la técnica, motivar la técnica y los pasos que la componen y evaluar la técnica.) y se propone el modelo extendido de la tecnología. Estas seis funciones tecnológicas de la componente práctica constituyen una herramienta que permite validar el “saber-hacer”, lográndose así analizar tanto conocimientos y saberes presentes en los cursos de Disciplinas Intermediarias (como la topografía) y matemáticas, así como en la actividad práctica relativa a la Disciplina Intermediaria estudiada. Lo anterior, porque lo que interesa es analizar y evidenciar el tipo de validaciones que se producen en relación a una técnica matemática en uso, enfrentando una tarea matemática o no.

El modelo praxeológico ampliado se resume en el esquema siguiente:

$$\left[T,\tau, \begin{matrix} \theta^{th},\Theta \\ \theta^{p} \end{matrix} \right] \begin{matrix} \leftarrow P(S) \\ \leftarrow Iu \end{matrix}$$

Figura 1. Modelo praxeológico ampliado (Romo-Vázquez, 2009).

Las flechas se conciben como una evocación de mecanismos de validación dentro de una u otra institución *P(S)* e *Iu* respectivamente sobre el bloque [θ^{th},Θ] y sobre θ^{p}. Este modelo parece pertinente para estudiar tanto los contextos escolares (cursos) como el práctico, para dar cuenta, de manera más general, de los procesos de circulación de saberes y las transposiciones asociadas.

En Romo-Vázquez (2009) se reconoce que al seno de la TAD, una praxeología es una construcción social que vive de manera estable en una institución I; esta última es vista como una institución fruto de un proceso de institucionalización controlado por I. El interés principal es puesto en el proceso de validación de una praxeología, que es una componente esencial de la institucionalización.

Entre las instituciones que tienen una relación con una praxeología dada, se distinguen las instituciones que tienen una función de producción de saberes, las que denotan por los símbolos *P(S)* y las instituciones usuarias de estas praxeologías concebidas como *Iu*, en el sentido de que los sujetos de *Iu* deben realizar tareas del tipo T. No consideran las instituciones educativas, cuya función de la praxeología es la transmisión. Las instituciones *P(S)* mantienen una relación teórica con T. Su misión no es manejar las tareas de tipo T pero si la producción y validación de los diferentes componentes de praxeologias relativos a T, el tiempo de la práctica aquí está suspendido. Es muy posible que *P(S)* sea una rama de una institución *Iu* y surjan así algunos temas en determinado momento de las actividades cuando se enfrentan a las tareas (T). Por el contrario, los sujetos de una institución de producción de saberes se encuentran dentro de esta actividad como los usuarios utilizadores de los productos del conocimiento, como en el caso de las matemáticas.

En *P(S)* existen prácticas de validación, que son pruebas de los saberes tecnológicos que no están validados por un componente teórico, la teoría misma, si fuera el caso que existiera. Hay dos tipos de estas prácticas que son posibles y están vinculados en la mayoría de los casos: las prácticas internas en el campo de conocimiento que conduce a un consenso en la comunidad de sujetos, como las prácticas científicas externas, tales como experimentos de laboratorio, las teorías producidas el modelo real. Estas prácticas aportan un aval científico al boque [θ^{th}, Θ], si existe, a un subconjunto de la tecnología dada como θ^{th} o incluso si no existe (todavía) la teoría que justifica (esa posibilidad es una hipótesis académica, que debe demostrar que es efectivamente en práctica). Sin embargo, asumen que una vez que una praxeología es utilizada en una institución *Iu*, una parte de la tecnología no está validada por una teoría, por lo que amplia esta posición al asumir que, en muchos casos, los saberes tecnológicos validados por una institución de *P(S)* no cubren la tecnología, que suele ser un componente de θ^{p} que también debe considerar los modos de validación social. Por ello se considera como parte de *Iu*, las prácticas de construcción puestas a prueba en la multiplicidad de los logros reales y la institución (en el sentido de estabilidad y no necesariamente por el reconocimiento por parte de una institución determinada) para encontrar habilidades y conocimientos. Es de suponer que estas prácticas que podrían describirse como empíricas, que nunca se desprecian en el trabajo real, dependen en gran medida la participación de un grupo de sujetos utilizadores de praxeologías.

En Covián (2013) con el modelo praxeológico extendido se analizaron las actividades en cursos de topografía y de matemáticas en la formación de futuros profesionales técnicos. Esto porque el objetivo principal fue analizar y mostrar el tipo de validaciones producidas para una técnica matemática en uso en tipos de tareas matemáticas o no. En este trabajo las instituciones identificadas en el contexto de formación fueron cuatro: Institución productora de conocimiento matemático (I(M)) o conocimiento matemático; institución productora de conocimiento topográfico (I(T)) o conocimiento topográfico; institución de conocimientos matemáticos escolares (E(M)) o matemática escolar e institución de enseñanza de la topografía o enseñanza de la topografía (E(T)). En este caso se consideró que las praxeologías en I(M) e I(T) circulan entre las instituciones y son objetos de transposición. Existen praxeologías que surgen en I(M) y circulan a I(T). Éstas sufren transposiciones a I(T), sin embargo, existen praxeologías que surgen en I(T) pero que son usadas en I(M). Para mostrar el análisis desarrollado en Covián (2013) se presentan a continuación tres ejemplos de cada uno de los escenarios estudiados.

Análisis de tres escenarios

En esta sección se presentan los análisis praxeológicos realizados desde cada uno de los escenarios estudiados.

Escenario histórico

El levantamiento topográfico es una actividad muy antigua, García (2003) menciona que esta actividad emergió por la necesidad de medir y delimitar la tierra. Bell (1985), Boyer (2007) y Struik (2008) permiten ver que uno de los posibles orígenes de la geometría y la trigonometría es la medida de la tierra y el levantamiento de planos.
En este escenario fue necesario estudiar diversos recursos de información: historia de instrumentos topográficos (De la Cruz, Mesa, & Cuartero, 1998), tres libros de historia de las matemáticas (Bell, 1985; Boyer, 1999; Struik, 1980), dos artículos de investigación acerca de actividades topográficas en propuestas para recursos didácticos para cursos de matemáticas (Camacho & Sánchez, 2010; Camacho, Sánchez, Blanco & Cuevas, 2011) y dos libros acerca de la enseñanza de la topografía (Pérez de Moya, 1573; Goulard-Henrrionet, 1849 ambos en Covián, 2013). Con estos elementos fue posible efectuar la reconstrucción, deducir el tipo de motivaciones y describir el tipo de conocimientos matemáticos involucrados.
Un ejemplo de este tipo de análisis es reportado en Covián y Romo-Vázquez (2014). La tarea está situada en el antiguo Egipto. El principal instrumento es una cuerda con nudos (Figura 2).

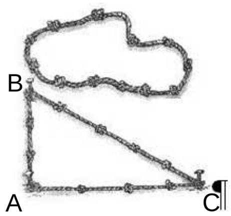

Figura 2. Cuerdas usadas por los egipcios (Covián & Romo-Vázquez, 2014, p. 142).

Uno de los tipos de tareas identificadas fue la delimitación de terrenos. Un ejemplo de los elementos praxeológicos reportados en Covián y Romo-Vázquez (2014, p. 144) son:

Tarea 2. Medición del terreno para trazo de figuras geométricas sobre éste.

Técnica 2. Se elige un punto (A) sobre el terreno. Utilizando la cuerda de 12 nudos, se mide una distancia de 4 nudos hacia otro punto (C) suponiéndolo parte de la misma recta. Se elige otro punto (B) sobre una recta perpendicular a AC con medida 3 nudos. […] se unen los puntos A y C con la cuerda de 5 nudos, obteniendo un triángulo rectángulo ABC (Figure 2). […] desde el punto A y sobre la recta AB se ubica la distancia a medir. […] se determina otro punto D y desde éste se vuelve a levantar otra perpendicular. Esta técnica se sigue hasta trazar la figura deseada (Figura 3).

Tecnología θ^{th}. Propiedades de las rectas perpendiculares. Reconocimiento del caso particular del teorema de Pitágoras $a^2 + b^2 = c^2$ donde a=3, b=4 y c= 5, el cual asegura la perpendicularidad de las rectas AC y BC. Reconocimiento de las propiedades geométricas de figuras conocidas (cuadrados, rectángulos, triángulos, trapecios) y así delimitar terrenos.

Tecnología θ^p. Diferenciar tipos de terrenos, pues esta técnica sólo es aplicable a terrenos planos, los inclinados o con desniveles requieren de proyectar el plano a través de postes para poder utilizarla. Suponemos que el uso de los valores 3, 4 y 5 para asegurar la perpendicularidad de rectas se debe a su facilidad de aplicación. Elementos que permiten elegir el punto A sobre el terreno (visible, accesible). Elementos que permiten el trazo de perpendiculares sobre el terreno (evitar desniveles).Todos estos elementos permiten evaluar la elección de la técnica utilizada, pues se lograba hacer un dimensionamiento del terreno.

Figura 3. Terrenos en las orillas del Río Nilo (Covián & Romo-Vázquez, 2014, p. 145).

Escenario profesional

Desde este escenario fue posible analizar el discurso que representa la actividad desde la práctica. Para esto fue necesario elegir dos elementos principales: una narrativa elaborada por un experto topógrafo (Anexo 4 en Covián, 2013) acerca de un ejemplo de levantamiento de un terreno y dos libros de enseñanza de la topografía (García, 2003; Montes de Oca, 1989).

El tipo de tarea identificado es dibujar un plano topográfico que represente lo más cercano posible todos los elementos de un terreno. Esta tarea se divide en dos tareas principales, delimitar un terreno y medir los elementos (lados, ángulos y direcciones) de éste. Este es una situación de levantamiento topográfico. Como parte de la técnica el primer paso es ubicar puntos estratégicos en el terreno, los cuales delimitarán la forma del terreno y los elementos que contiene. En este caso se obtiene una poligonal o polígono irregular de seis lados (Figura 4). Seguido se acude al terreno y se mide con un teodolito los ángulos internos de dicha poligonal. Se obtiene la dirección de uno de los vértices de la poligonal para orientar el plano. La figura 4 representa un primer bosquejo del terreno medido.

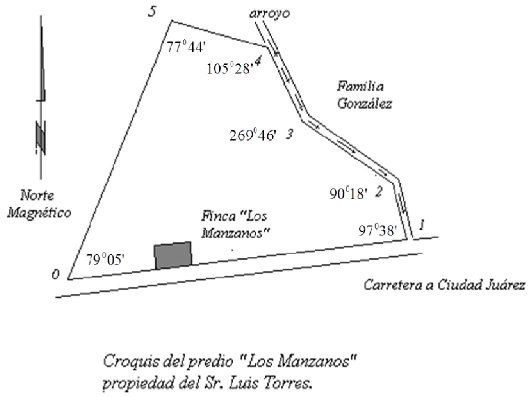

Figure 4. Plane of ground “Los Manzanos” (Covián, 2013, p. 142).

Sin embargo, los valores obtenidos de los ángulos pueden contener errores al momento de la medición. Esto porque al efectuar las mediciones en el terreno se pueden realizar errores humanos debido a que los instrumentos pueden no ser tan precisos o factores climáticos que no permitan efectuar las mediciones. Por lo que, se hace necesario calcular la cantidad de error obtenido y si éste es tolerable. La técnica para estimar el error demanda del uso de la fórmula $S = (n-2)180^0$ donde *n* representa el número de lados del polígono y *S* representa la suma de los ángulos internos del polígono. Para el ejemplo desarrollado por el profesional $S = (6-2)180^0 = 720^0$. Sin embargo, para el caso que se analiza, la suma de los ángulos internos que se obtiene al realizar la medición con el teodolito es de $719^0 59'$. El error angular es de $1'$. La tecnología teórica que justifica el uso de esta técnica es la propiedad de los ángulos de un polígono propia de la Geometría Euclidiana. Sin embargo, en este caso esta técnica permite al profesional y a la mayoría de los topógrafos controlar el grado de error que se tiene y tomar decisiones con respecto a las mediciones efectuadas. El uso está validado por la necesidad de calcular el error en la medida de los ángulos con los instrumentos usados. Este resultado motiva (θ^P) el uso de otra fórmula y otra técnica para calcular si este error es tolerable. La fórmula $T = E_m \sqrt{n}$. En la que E_m es el error por ángulo y *n* es el número de lados del polígono. Para este caso $T = 1'\sqrt{6} = 2.5'$. Para validar este error es necesario comparar el valor obtenido con la tolerancia que se establece en el Teodolito, debido a que todos los instrumentos tienen un grado de tolerancia, un factor de error al momento de la fabricación. La tolerancia del teodolito para este ejemplo es de 1’. El resultado de la comparación muestra que el error es tolerable. Por lo que, se pueden compensar los ángulos y llevar estos datos para el diseño de un plano topográfico que se acerque a la realidad del terreno. El profesional menciona (componente tecnológica) que la fórmula de la tolerancia del error es justificada por el trabajo experimental. Sin embargo, la práctica profesional de levantamiento ha provocado que el uso de dicha fórmula obtenga cierto formalismo matemático.

El discurso profesional muestra diferentes funciones tecnológicas, describir, justificar, motivar y controlar el uso de técnicas matemáticas. Estas técnicas no están validadas dentro de la matemática pero sí dentro de la práctica de levantamiento. Este ejemplo muestra como las técnicas tienen y cobran significado de uso al seno del tipo de praxeología que la describe, en este caso, praxeologías de naturaleza mixta, puesto que el tipo de tarea es no matemática pero que requiere técnicas de orden matemático o que tienen cierto formalismo matemático. En Covián (2013) se plantea el análisis de cómo éstas técnicas son enseñadas en cursos de levantamiento topográfico en el nivel vocacional.

Escenario Escolar

Para este escenario fue necesario analizar diversa evidencia, donde los elementos principales fueron libros de enseñanza de la topografía (García, 2003; Montes de Oca, 1989), libretas de estudiantes y videograbaciones de cursos de levantamiento topográfico (Anexo 7 en Covián, 2013).

En el contexto de cursos de enseñanza de la topografía se identificó que el tipo de tarea que se realiza es la de levantar una poligonal. Este tipo de tarea es parte de I(T). Las tareas que componen el tipo de tarea es la de medir los elementos que componen la poligonal a levantar (lados y ángulos internos). La técnica realizada por los estudiantes y reportada en Covián (2013) se resumen en cuatro pasos generales:

Paso 1. Elección de los vértices que conforman la poligonal […] se simula un terreno en la explanada de la institución escolar.

Paso 2. Se miden los lados de la polygonal (AB=4.5 m.; AD=11 m.; CD=10.1 m.; CB=9.9 m).

Paso 3. Se miden los ángulos internos de la poligonal.

Paso 4. Se calcula el error obtenido al medir los ángulos. Se suman todos los ángulos medidos y se corrobora si el error es tolerable. Para el examen, el profesor les indica que tienen una tolerancia de 40 minutos. Los estudiantes usan lo que denominan condición angular (180 (n-2) donde n es el número de vértices de la poligonal, en este caso, cuatro) de la poligonal. Esto quiere decir que la suma de los ángulos de la poligonal les debe dar 360^0. Esto lo comparan con la suma que les da de todos los ángulos medidos, lo cual, por la condición que proporcionó el profesor, no debe exceder de 40 minutos la diferencia. Los estudiantes al ver que no da vuelven a medir todos los ángulos, con el teodolito hasta obtener una diferencia menor que 40 minutos.

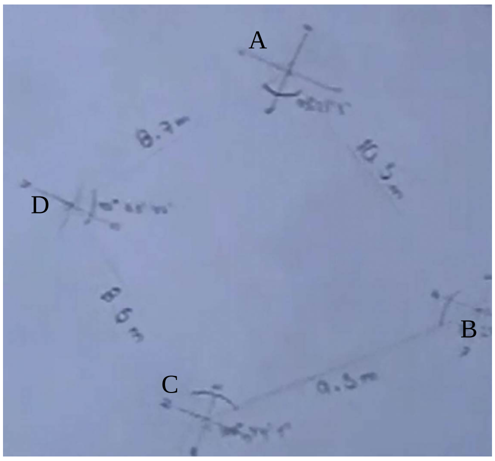

Figura 5. Representación de la poligonal a levantar (Anexo 7.2.2, p. 20 en Covián, 2013).

Con la técnica presentada los estudiantes cuentan con condiciones básicas para describir una poligonal en E(M). Por lo que, los estudiantes usan la condición misma condición reportada en el escenario profesional (la suma de los ángulos internos de polígonos),sin embargo no lo reconocen como un objeto de E(M), puesto que tampoco está contemplado para su enseñanza en los cursos de Geometría en el nivel secundaria o bachillerato. Los conocimientos matemáticos son evocados puesto que no aparecen como una garantía epistemológica. Para la tecnología θ^p las condiciones institucionales determinan el tipo de conocimiento usado. Por ejemplo, en este caso la técnica no considera el caso en el que el terreno tiene desniveles. El objetivo en este caso es que los estudiantes aprendan la técnica y las condiciones del terreno quedan en un segundo plano. Otro ejemplo es que el grado de tolerancia que se solicita a los estudiantes es muy grande. Por lo que, se plantea como hipótesis que en este caso el objetivo es que los estudiantes aprueben el curso.

Elementos para futuros diseños

Al realizar los tres análisis con el modelo praxeológico amplicado se pudo describir e identificar praxeologías de naturaleza mixta. El tipo de tareas que la mayoría en su caso no corresponden a E(M) sino a Iu permitió reconocer que para su resolución es pertinente el uso de técnicas matemáticas y otras de naturaleza topográfica que adquieren su validación debido a su eficacia. Las validaciones muestran que I(M), I(T) e Iu tienen un vínculo indisoluble en el levantamiento topográfico, visto desde sus orígenes hasta la actualidad. Esto podría ser potencializado para el diseño de futuras actividades didácticas en las que se plantearían tipos de tarea que no son propias de E(M) y de I(M), pero que requieren de conocimientos y técnicas propias de estas instituciones para ser abordadas. Se piensa que el plantear este tipo de tareas potencializaría la investigación profunda por parte de los estudiantes para poder resolverlas. Diseñar diversas técnicas que evoquen diferentes instituciones para abordarlas. Tareas o problemas que planteen el reto de investigación y que vaya más allá de solo la resolución de problemas (Matheron y Noirfalise, 2007). Este es el rumbo que se desea tomar para el avance de esta investigación, que actualmente forma parte de un proyecto posdoctoral desarrollado en CICATA-IPN, México, D.F.

Referencias y bibliografía

Bell, E. T. (1985). *Historia de las matemáticas* (2da edición en español, Trad. R. Ortiz). D.F., México: Fondo de Cultura Económica.

Bessot, A. (2000a). Geometry at Work. Examples from a the building industry. In A. Bessot, & J. Ridgway (Eds.), *Education for Mathematics in the workplace* (pp. 143-157). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Bessot, A. (2000b). Visibility of mathematical objects present in professional practice. In A. Bessot, & J. Ridgway (Eds.), *Education for Mathematics in the workplace* (pp. 143-157). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Boyer, C. (1999). *Historia de la Matemática.* Madrid, España: Alianza editorial.

Camacho, A., & Sánchez, B. I. (2010). Análisis sociocultural de la noción de variabilidad. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, *13*(4-I), 29-52.

Camacho, A., Sánchez, B. I., Blanco, R., & Cuevas, J. (2011). Geometrización de una porción del espacio real. *Educación Matemática*, *23*(3), 123-145.

Camarena, P. (1999). *Las funciones generalizadas en Ingeniería. Construcción de una alternativa didáctica* (Tesis de doctorado no publicada). CINVESTAV-IPN, México, D.F.

Carraher, T. N., Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (1991). En la vida diez, en la escuela, cero: los contextos culturales del apendizaje de las matemáticas. En T. Carraher, D. Carraher, & A. Schliemann (Edits.), *En la vida diez, en la escuela cero* (Primera Edición en Español, pp. 25-47). D.F., México: Siglo Veintiuno Editores, S. A. de C. V.

Castela, C. (2008). Travailler avec, travailler sur la notion de praxéologie mathématique pour décrire les besoins d'apprentissage ignorés par les institutions d'enseignement. *Recherches en didactique des mathématiques*, *28*(2), 135-179.

Castela, C., & Romo-Vázquez, A. (2011). Des Mathématiques A L'Automatique : Etude des effets de transposition sur la transformée de Laplace dans la formation des ingénieurs. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, *31*(1), 79-130.

Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : Perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques*, *12*(1), 73-112

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.

Covián, O. (2013). *La formación matemática de futuros profesionales técnicos en construcción* (Tesis de doctorado no publicada). CINVESTAV-IPN, México.

Covián, O., & Romo-Vázquez, A. (2014). Modelo Praxeológico Extendido una Herramienta para Analizar las Matemáticas en la Práctica: el caso de la vivienda Maya y el levantamiento y trazo topográfico. *Bolema*, *28*(48), 128-148.

De la Cruz, J. L., Mesa, J. L., & Cuartero, A. (1998). Evolución histórica de la instrumentación topográfica. *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses*, *169*, 637-646.

García, F. (2003). *Curso básico de topografía: planimetría, agrimensura, altimetría*. D.F., México: Editorial Pax México

García-Torres, E. (2008). *Un estudio sobre los procesos de insitucionalización de las prácticas de ingeniería biomédica. Una* visión *socioepistemológica* (Tesis de mestría no publicada). CINVESTAV-IPN, México, D.F.

Lave, J. (1988). *La cognición en la Práctica.* Ediciones Paidós Ibérica, S.A.

Matheron, Y., & Noirfalise, R. (2007, octubre-noviembre). *Dynamiser l'étude des mathématiques dans l'enseignement secondaire (collège et lycée) par la mise en place d' AER et de PER.* Comunicación presentada en el II congrès international sur la Théorie anthropologique du didactique (TAD): Diffuser les mathématiques et autres saviors comme outils de connaissance et d'action, Uzès, Francia.

Montes de Oca, M. (1989). *Topografía.* D.F., México: Ediciones Alfaomega, S. A. de C. V.

Noss, R., Hoyles, C., & Pozzi, P. (2001). Proportional Reasoning in Nursing Practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, *32*(1), 4-27.

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

Romo-Vázquez, A. (2009). *La formation mathématique des futurs ingénieurs.* Paris, France: Université Paris Diderot (Paris 7)

Solares, D. (2011). Conocimientos matemáticos de niños y niñas jornaleros migrantes: algunas preguntas para la escuela. *Rayuela. Revista Iberoamericana sobre Niñez y Juventud en Lucha por sus Derechos*, *4*(4), 101-110

Sträesser, R. (2005). À propos de la transition du secondaire vers le monde du travail. En A. Rouchier, &

I. Bloch (Ed.), Perspectives *en* didactique *des mathématiques. Actes de la XIIIème Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques* (pp. 177-186). Fontenay-Le- Compte: La Pensée Sauvage.

Struik, D. (1980). *Historia* concisa *de las Matemáticas.* D.F., México: Consejo Editorial del Instituto Politécnico Nacional.

Wake, G. (2014). Making sense of and with mathematics: the interface between academic mathematics and mathematics in practice. *Educational Studies in Mathematics, 86*(2), 271-290.