

LA VIVIENDA TRADICIONAL MAYA EN YUCATÁN: UN ESTUDIO DE LA CONSTRUCCIÓN
SOCIAL DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO

Olda Nadinne Covián Chávez

CINVESTAV-IPN

oncovian@cinvestav.mx

Resumen. La investigación reportada plantea un examen del Modelo Normativo de las prácticas sociales, el cuál le da a éstas una función particular, la normativa, a la relación dialéctica existente entre la actividad humana y la praxis. Para ello, tomamos como unidad de análisis los procesos de institucionalización de dichas prácticas. Desarrollamos nuestra investigación identificando una práctica que, a través de un proceso de institucionalización, se encuentra en la vida cotidiana, la construcción de vivienda tradicional en la cultura maya.

Palabras Clave: práctica social, proceso de institucionalización, función normativa.

Introducción

Llevé a cabo los estudios superiores en la facultad de matemáticas en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Pertenezco a la región maya que, desde tiempos ancestrales, es considerada fuente de conocimiento y por ser parte de este entorno siempre había tenido la inquietud de elaborar estudios que me hablen de la riqueza de conocimientos de mi región. La idea se concreta cuando conozco las explicaciones teóricas y marcos desarrollados dentro de la matemática educativa, lo que me permitió entender, desarrollar y explicar parte de la construcción social del pensamiento matemático vigente en una práctica de la cultura maya.

Estudios enfocados en las prácticas matemáticas, en especial las aritméticas, fuera del ambiente escolar fueron iniciados por Lave (1991) y su grupo de investigación en la década de los 80. Estos estudios reflejaron la necesidad de elaborar investigación que analice la cognición que se desarrollaba en los individuos en prácticas específicas,

tales como las compras en los supermercados o la elaboración de sus dietas y a su vez reportaron que la cognición desarrollada en entornos diferentes al sistema escolar, en particular en las prácticas de la vida cotidiana responde a una construcción de naturaleza dialéctica entre el mundo vivenciado y su constitución en la práctica. En esta misma línea de investigación Carraher (1991) menciona la existencia de *múltiples lógicas correctas en la resolución de cálculos. La escuela nos enseña como deberíamos sumar, restar, multiplicar y dividir, que en contextos formales funcionan si seguimos el procedimiento, pero en ambientes reportados en el estudio muestran que usan procedimientos totalmente correctos pero no son aprovechados en la escuela*⁵⁵.

Estas investigaciones vienen a cambiar las creencias vigentes hasta ese momento de que el conocimiento aprendido en el sistema escolar es suficiente para desarrollar las habilidades en los ambientes cotidianos, sin embargo, qué ocurre con el conocimiento matemático avanzado ¿a que necesidades responde?, ¿cuáles son las prácticas que pueden explicarlo en la vida cotidiana? Estas preguntas no nos era posible responderlas solamente estudiando las prácticas situadas y sobre todo si tratamos con prácticas de una región como el caso de la cultura maya, por lo que nos vimos en la necesidad de articular más allá de la cognición y lo racional otros elementos como lo sensible, lo sentimental, la sociedad en la que se desarrollan las prácticas y la historia a la que pertenecen.

En la misma línea de marcos que estudien prácticas que no son del todo escolares podemos mencionar el marco Etnomatemático, el cual, tiene puesto su interés en prácticas que consideran son de naturaleza matemática tales como; clasificar, contar, medir, ordenar, inferir y calcular que se realizan en diversos entornos culturales, se adquieren, se desarrollan y se transmiten a través de las generaciones, apareciendo en

⁵⁵ Carraher y su grupo de investigación desarrollan sus trabajos con jóvenes de 9 a 15 años de edad que trabajan en los puestos (que generalmente son propiedad de sus familiares) situados en los mercados de las regiones de Brasil.

su forma estructural como la forma más temprana del conocimiento (D'Ambrosio, 1994).

En el marco Etnomatemático se tienen estudios de culturas precolombinas, un ejemplo de este tipo de investigaciones es el reportado por Ortiz (2004, p. 172) En ésta se elabora un análisis de los sistemas de numeración de las cultura Olmeca y Azteca. Ortiz reporta que *aunque el proceso de contar fue muy similar entre los diferentes grupos humanos, los símbolos que empleaban para representar cantidades variaban según sus convenciones culturales, lo cual explica las diferencias en los símbolos numéricos que crearon diferentes grupos etnos como los africanos, aztecas, babilonios, chinos, olmecas, incas o hindúes*, también menciona que, *desde una perspectiva matemática, el sistema numérico olmeca es más sofisticado y eficiente porque incluye el símbolo del cero y tiene valor posicional, características de las que carece la numeración azteca. Sin embargo señala que los propósitos de esta perspectiva es atender las similitudes de los símbolos numéricos empleados en ambas culturas temporalmente separadas por un período de 2,500 años.*

Una de las conclusiones a las que llega, es que, intelectualmente la invención del cero en Mesoamérica anticipa por mas de 500 años a los matemáticos y filósofos griegos, y mostrando el posible lugar en el que la cultura azteca adquirió características parecidas en el conteo con los Olmecas.

Desde nuestra perspectiva podemos notar que dentro de la Etnomatemática se plantea el estudio de la difusión que existe en un conocimiento, en este caso una práctica de origen matemático que es el conteo, pero no se pregunta qué es lo que norma a este conocimiento, lo cuál es una de las preguntas de corte teórico que nosotros elaboramos, es por eso que el marco en el cuál desarrollamos este estudio es el socioepistemológico que presentamos más adelante.

Investigaciones enfocadas en aportaciones didácticas se han basado en el diseño de material de apoyo para estudiantes de los niveles básicos de educación (aproximadamente para estudiantes de 12 a 15 años de edad) Un ejemplo son los

materiales diseñados por Lange (1994) y su grupo de trabajo. En estos materiales emplean las técnicas de conteo que se utilizaban en la cultura maya para mostrar a los estudiantes formas diferentes de contar, introducirlos en este tema y así aterrizar en el sistema de base decimal que es utilizado en la actualidad. El principal objetivo es que los estudiantes aprendan en “contexto” los temas relacionados con el conteo.

Reconocemos la importancia que tuvo el conteo para el desarrollo de conocimiento matemático en la cultura maya, sin embargo, ¿qué otras prácticas se realizan en la cultura maya y aún siguen vigentes?

La cultura maya ocupó su territorio en el sur de la república mexicana y de Belice, Guatemala y Honduras, ocuparon la región hace 1000 años después de la última era glacial hasta aproximadamente el 1524 d.C. (Thompson, 2003) Esta cultura desarrolló la mayoría de su conocimiento desde diversas actividades, tales como son el conteo del tiempo que llevó a desarrollar sus calendarios y sus conocimientos en astronomía, la construcción y la agricultura, sin embargo, para poder explicar los mecanismos de construcción social del conocimiento matemático debimos elegir uno de tres aspectos que consideramos nos podían dar luz; el papel que jugaba el cero, la matematización del conteo del tiempo o la construcción de la vivienda tradicional. Consideramos estudiar la noción del cero ya que en esta se encontraba no sólo la idea de vacío sino que también existía una idea de transición presente en la sociedad. Al igual nos parecía interesante el estudio de la matematización del tiempo, puesto que nos preguntamos, ¿por qué en esta cultura utilizaban varios tiempos?, en contraste con la época actual que utiliza un tiempo, esto nos llevaba a inferir que en esta práctica se encontraba un conocimiento matemático “sofisticado”. Por último teníamos el estudio de la vivienda tradicional maya, siendo esta la de nuestra elección, puesto que sentimos que es la que se encuentra más cercana a la identidad de la gente, ya que se ha desarrollado a través de generaciones, permanece vigente y podríamos estudiar la construcción social del conocimiento matemático.

La vivienda tradicional maya la estudiamos, a diferencia de los marcos mencionados anteriormente, desde la aproximación socioepistemológica porque nos preguntamos sobre la naturaleza del conocimiento matemático que se encuentra presente en dicha construcción y si este, eventualmente, depende del sistema escolar. El estudio de las prácticas cotidianas relacionadas en torno a esta práctica sentimos nos podía ayudar a entender la articulación entre la reflexión teórica del papel que juega el conocimiento matemático en la cultura maya y la explicación empírica de su construcción social en torno a este marco teórico denominado socioepistemológico, sin embargo; ¿cuál es la naturaleza del conocimiento matemático en dichos escenarios?, ¿cómo evoluciona este conocimiento?, ¿cómo se articula el conocimiento actual que tenemos en los sistemas escolares con su epistemología?, ¿qué papel juegan las prácticas en el desarrollo y evolución de los conceptos actuales? Estas son preguntas que desde la perspectiva socioepistemológica se han planteado en las investigaciones y amplía la visión de centrarse solamente en el plano de lo cognitivo, en una didáctica que mejore la formas de enseñanza y aprendizaje o el conocer las prácticas de antaño, ya que articular de manera sistémica cuatro componentes para estudiar la construcción social del conocimiento matemático, la didáctica, la cognitiva, la epistemológica y la social (Cantoral y Farfán, 2004).

La pregunta de investigación que nos planteamos entonces fue: ¿cuál es el papel que juega el conocimiento matemático en las prácticas de la cultura maya? Pero desde la visión socioepistemológica tomamos como objetivo principal estudiar los mecanismos de construcción social del conocimiento matemático en estos escenarios, en particular desde la construcción de la vivienda tradicional.

Metodología y Marco Teórico

La investigación que se reporta tiene como principal característica el reconocer que los resultados de investigación se encuentran en relación dialéctica con la teoría que los explica, basados en las reflexiones teóricas elaboradas por Johsua (1996) El

estudio de la construcción social del conocimiento matemático en las prácticas de construcción de la vivienda tradicional formaba parte de un marco teórico en construcción por lo que consideramos pertinente interpretar y dar las explicaciones metodológicas a la luz del marco teórico tratado y no verlos por separado.

La teoría socioepistemológica tiene su origen al seno de la Matemática Educativa dentro del grupo de investigación en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, basando su desarrollo y preocupación en el análisis de los fenómenos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, sin embargo, cambia su centro de estudio y no solamente se enfoca en el concepto en sí, sino también en las prácticas sociales relacionadas que lo constituyen. La principal hipótesis que sostienen los estudios dentro del marco socioepistemológico es que las prácticas sociales son parte fundamental de la construcción del conocimiento matemático, Arrieta (2003 p. 63) menciona que *el concepto de "práctica" connota hacer algo pero no simplemente hacer algo en sí mismo y por sí mismo; es algo que en un contexto histórico y social otorga una estructura y un significado a lo que hacemos*. Evidenciando que las prácticas sociales poseen características que respetan un contexto, espacio, tiempo, ideología y cultura.

Por ser un marco teórico en construcción, notamos la necesidad de articular elementos teóricos vigentes hasta ese momento en la teoría socioepistemológica para poder dar una explicación del papel y la función que tendría la práctica social en nuestra investigación. Como primer paso en nuestro trabajo fue analizar y postular un modelo que nos muestre la función de la práctica social y posteriormente brindar las explicaciones que nos den evidencia del papel que juega el conocimiento matemático en la construcción de la vivienda tradicional maya.

1.1.- Modelo de la función normativa de la práctica social

El modelo que se presenta a continuación es producto de la reflexión y el análisis que elaboramos para reconocer en la práctica social las características antes mencionadas,

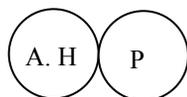
pero ampliando la visión de ésta, reconociendo la *función normativa* que ejerce en la relación con la *función pragmática* y la *función discursiva*. Para nuestros fines planteamos la evolución que se tiene con respecto a las concepciones de *práctica*, la cuál se presentará en tres etapas que denominamos etapa inicial, etapa primaria y etapa teórica.

1.1.1.- Etapa Inicial en la concepción de práctica

Se presenta la relación de identidad entre las nociones de *actividad humana* y *práctica*, ya sea al nivel sinonímico o al metonímico:



Relación Sinonímica (R S)



Relación Metonímica (R M)

Habitualmente al hablar de *actividad humana* y de *práctica* se reconoce una relación de sinonimia. Con este término se entiende una relación en la que dos elementos son tomados como equivalentes, es decir, hablan de *actividad humana* y de *práctica* de manera indistinta, en ésta las características que posee una dan automáticamente las características de la otra.

La relación metonímica existente entre *actividad humana* y la *práctica* es la evolución de la relación sinonímica, en la que aún existe una relación muy estrecha en la que una recibe, asigna o tiene las característica de la otra.

Por ejemplo, si hablamos de *bailar* y *baile*, en esta relación, se les trata como indistintos.

Bailar \equiv Baile

Bailar es equivalente al Baile

Si queremos saber las características del *baile*, como son el lugar o la manera en que se desempeña es equiparado con hablar del *bailar*. En esta relación, bailar mambo es equivalente al baile del mambo, no se conciben diferencias.

En esta relación la función de la práctica se encuentra a nivel de *acción*. El bailarín en el acto del bailar, el baile como tal pero solamente sería el individuo en acción.

Investigaciones como la de Minguer (2004 pp. 21-22) nos mencionan que la aproximación socioepistemológica tiene su origen en una investigación que se fundamenta en “una práctica”. *La Socioepistemología constituye un marco en el que las “prácticas sociales” son las acciones de un grupo social, ubicado en un contexto histórico o actual que actúan de acuerdo a las ideologías predominantes en ese momento; este grupo social puede estar compuesto por científicos, matemáticos, investigadores en Matemática Educativa, profesores, alumnos e instituciones; pero también puede estar constituido por individuos y/o grupos sociales que utilizan a la matemática como herramienta para el desarrollo de actividades domésticas y profesionales. La actividad humana o práctica social son asumidas como sinónimos, ya que son consideradas siempre que el humano, como grupo social, se organice intencionalmente, de acuerdo al marco institucional en el que está inmerso y de acuerdo con su cultura.*

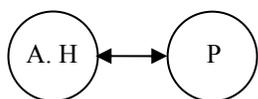
En esta reflexión, la *actividad humana* y la *práctica* son sinónimas, puesto se habla de ellos para mostrar que llega a constituir una parte esencial en el estudio de la construcción del conocimiento quedando como las acciones de un grupo social.

En este nivel se tiene como indistintas a la *actividad humana* y la *práctica*, pero para fines teóricos podemos afirmar que brinda datos a las investigaciones en las que el foco de atención sean elementos tales como, los conceptos matemáticos o las prácticas matemáticas que se desarrollan.

En nuestra investigación hablar de *actividad humana* y *práctica* de manera indistinta, es decir, a nivel de acción no fue del todo suficiente, puesto que si regresamos a nuestro problema de investigación solo observaríamos la práctica de construir la vivienda y solo describiríamos lo que se efectúa o las “prácticas matemáticas”

1.1.2.- Nivel Primario en la concepción de práctica

Muestra la relación *dialéctica* entre la noción de *Actividad Humana y Praxis*



Relación Dialéctica (R.D)

En este nivel se considera la relación entre ellas como una relación dialéctica, identificar las características de la *actividad humana* en conexión con las de la *práctica*.

Reconocer las características en su conexión, en el que uno no contradice al otro sino se prolonga y niega.

Para explicar esto tomemos como ejemplo lo siguiente: la forma de construcción en ciertos grupos humanos podemos explicarlas a la luz de esta relación dialéctica

construcción ↔ *construir*

construcción si sólo si *construir*

Hablar del *construcción* si sólo si hablamos de *construir*

Esto es, estudiar el *construir* implica conocer la *construcción* y viceversa. Una relación en la que los elementos se reconocen como diferentes pero estrechamente ligados, uno transforma al otro y a la vez ya dada la transformación entonces influye en el primero, no existe uno sin el otro.

Teniendo en cuenta esta relación, podemos plantear las siguientes preguntas, ¿Si *construyo*, cómo *construyo*?, ¿si llevo a cabo la acción de *construir*, entonces, cuál es la característica de la *construcción*, para que se lleve a cabo?, ¿Existe la *construcción* sin el *construir*?, ¿Qué es la acción sin la reflexión sobre ella?

Es ahora que relacionamos nuestro ejemplo, con la *actividad humana* y la *práctica*, puesto que se habla de un nivel primario que resulta de la evolución del nivel inicial, podemos separarlos.

Construcción ↔ *Construir*

Praxis ↔ Actividad Humana

En este nivel aparece una nueva concepción en la que ya no hablamos de *práctica*, sino de *praxis*, esto debido a que ahora la relación separa a la *actividad humana* de la *práctica* y reconoce características en cada una bajo la relación recíproca, el ser

nombrada ahora como *praxis* es situarla en el nivel primario identificando sus características, para diferenciarla de la *práctica* de la que hablamos en el nivel inicial. Separamos ahora a la *actividad humana* de la *praxis*, aceptando una relación dialéctica. Teniendo la *praxis* afirmamos que esta tiene la función reflexiva, es decir, la que reflexiona acerca de la acción que efectúa, la actividad humana.

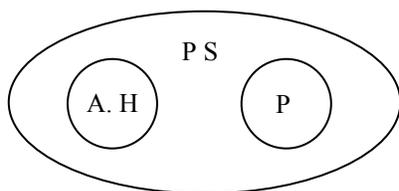
Praxis ↔ Actividad Humana
Función Reflexiva Función Pragmática
(discursiva, declarativa) (activa)

En el nivel primario identificamos esta relación dialéctica en el sentido que menciona Arrieta (2003 p. 17) *El aprendizaje es una actividad humana situada en contextos sociales, donde los actores sociales ejercen prácticas usando y construyendo herramientas, modificando con esta actividad, las mismas prácticas, su entorno, sus realidades, sus herramientas y sus identidades.*

Esta relación, desde nuestro punto de vista, permite reconocer la dependencia entre la función pragmática y la función reflexiva. ¿Cómo construye socialmente conocimiento matemático cierto grupo humano? Esta pregunta regresa a este modelo, puesto que nos preguntamos sobre ¿cuáles son las prácticas que llevan a cabo cierto grupo humano para hacer la actividad humana?, ¿cómo y cuál es la *praxis* que cierto grupo humano lleva a cabo para elaborar la actividad humana? o bien ¿se puede estudiar la actividad humana en cierto grupo humano sin tomar en cuenta la *praxis*?, ¿se puede estudiar la actividad humana sin reflexionar sobre ella, sin hacernos conscientes de la influencia social que se tiene en torno a ella?

1.1.3.- Nivel Teórico en la concepción de práctica

Se introduce la relación Compleja entre la noción de *Actividad Humana, Praxis y Práctica Social*



Relación Simbiótica (R Si)

La investigación que se reporta identificó un grupo humano, en este caso la cultura maya y estudió la actividad que realizan en la construcción y elaboración de las viviendas tradicionales mayas, surgiendo las siguientes preguntas: si construyen de cierta manera y se reconoce cómo lo hacen, entonces ¿qué los hace construir como construyen? o ¿por qué construyen cómo construyen?, es decir, en la relación existente ahora tiene sentido preguntarnos ¿qué es lo que les hace hacer lo que hacen?

Esto marca la diferencia entre el nivel primario y el teórico. En el nivel primario nos preguntamos acerca de las funciones que llevan a cabo la *actividad humana*, la *praxis* y la relación dialéctica entre ellas, en este nivel desde nuestro punto de vista las preguntas que ahora se plantean evolucionan en la concepción, son preguntas que abarcan todo el sistema, tratando de entender esta relación que ahora se torna compleja. La relación existente en ellas ahora es llamada relación simbiótica, puesto que los elementos pertenecientes al sistema, encuentran relación unos con otros obtienen beneficios de manera implícita del sistema al que pertenecen, en este caso hablamos de dotar de *normativa* a la *práctica social*.

En nuestra investigación nos preguntamos ¿por qué en distintas etapas y épocas se construye de manera semejante? por ejemplo: la forma común de la vivienda tradicional maya en la región yucateca es la sinoidal, pero a pesar de que las épocas marcan evoluciones y sufre cambios estructurales como son los materiales con las que

son efectuadas, en la mayoría de los casos se conserva la forma y proporciones en la construcción.

La persona construye dirigida por la función pragmática, la acción en sí misma, reflexiona y declara cómo construye de acuerdo a sus necesidades, pero, ¿por qué construye como construyen? desde nuestra perspectiva es la función normativa de la *práctica social*. La relación simbiótica la podemos entender en este plano, la *actividad humana* y la *praxis* tienen las funciones y características antes mencionadas, pero ahora existe algo que rige esta relación, una norma a la que pertenecen, lo que no puede observar, lo que no se dice, pero está implícito, se siente y percibe, la *práctica social* como función normativa.

Un ejemplo de la existencia del carácter normativo de la *práctica social* se encuentra en un estudio de corte socioepistemológico, en el cual se explica un mecanismo de construcción social del conocimiento matemático, en específico la analiticidad de las funciones. El autor de esta tesis nos menciona que se estudian: *Los procesos de construcción de conocimiento matemático cuando estos se orientan vía el pensamiento físico; especialmente por aquel que se nutre de las peculiaridades de los fenómenos de flujo continuo en la naturaleza, para ello se requiere entender los mecanismos funcionales que operan la relación dialéctica entre las nociones de “predicción” propia de las ciencias físicas y de la ingeniería y de lo “analítico” peculiar de las matemáticas.* (Cantoral, 2001 p. viii).

En este trabajo se muestra que lo que normó el pensamiento matemático avanzado por tres siglos fue la noción de “Praediciere”, llegando a normar la relación existente entre la predicción y lo analítico, que llegan a tener una función desde la época en que se encuentren. Lo que se siente, no se puede nombrar, pero articula a lo analítico

propio de la matemática y la predicción propia de la ciencia física, siendo ésta la práctica social.

Entonces en nuestro modelo tiene sentido preguntarse y plantearse el estudio de la función normativa de la práctica social, sin embargo, ¿cómo adquiere esta función la práctica social? Desde esta nueva perspectiva entonces reconocemos que más que analizar la *actividad humana*, (la acción situada), la relación dialéctica entre *actividad humana* y *praxis* (la acción influida por la reflexión y viceversa) lo que se postula es mirar qué influye estas relaciones ¿qué les hace hacer lo que hacen? Esto no solamente pertenece a un momento y una historia sino también a una evolución de las prácticas desde antaño en relación con la cultura que los hace formar parte de una identidad, por lo que postulamos que es a través del proceso de institucionalización de las prácticas que adquieren sentido e identidad y por tanto formas de acción y reflexión.

1.2.- El proceso de institucionalización de las prácticas

En este momento de discusión, la práctica social ya no sólo tiene características para ser situada en un espacio y momento, sino que es pertinente estudiar más que la construcción del conocimiento, las vías por las cuales se llega a la construcción de dicho conocimiento. Entonces tiene sentido volver a nuestra pregunta, ¿por qué construimos como construimos?, es por el estudio del proceso de institucionalización de las prácticas más que las prácticas en sí, en el que conocemos el proceso por el cuál un saber se constituye.

Esta institucionalización de la que hablamos es un proceso puramente social, es el proceso que ya no es propio del individuo, sino del grupo humano al que pertenece. Permitiendo al individuo entrar y participar en cierto grupo por medio de las actividades y las características de ésta

En nuestro tema, reconocemos que un individuo entra en el grupo humano o forma parte de la cultura debido a la manera en que construye. La construcción que elabora

tiene ciertas características, tanto en forma, o en medio ambiente que lo hacen construir de una manera similar a los que pertenecen al grupo. Pero en estos grupos humanos también reconocemos que existen formas de construir similar, sin embargo, existe algo que varía o dicho de diferente manera que ahora observamos construcciones que son diferentes, de acuerdo al medio al que pertenecen o si son en la ciudad o en virtud de los materiales utilizados, pero reconocemos que algo permanece, producto de esta institucionalización. Es por eso que concebimos al proceso de institucionalización como el proceso que reconoce la evolución en las prácticas, reconociendo aquello que está cambiando por la influencia social, los contextos y tiempos que evolucionan a la par, pero identificando lo que permanece.

Cambio ---- Permanencia

Para analizar el proceso de institucionalización nos vimos en la necesidad de elaborar un tipo de triangulación de datos, en los que analizamos lo que se dice que hacen; en referencias bibliográficas propias de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Yucatán, lo que narran que hacen; en un Manual de auto construcción de la Vivienda Maya y lo que observamos que hacen; en un estudio de campo conducido en el municipio de Muna en el estado de Yucatán México. Con estas fuentes, se elaboró un estudio en el que se reconocen las características estructurales y culturales propias de la vivienda tradicional maya, la geometría que subyace en su construcción y así mismo entender el tipo de conocimiento matemático que se encuentra en la construcción de la vivienda tradicional maya. El material que nos brinda la bibliografía permite conocer las características de la vivienda, ya reportada en investigaciones; el manual de construcción nos brinda los pasos a seguir en el proceso, pero omite el estudio geométrico involucrado en la construcción de la casa. La entrevista nos narra las vivencias y refleja la ideología de las personas al construir su vivienda, en dicha investigación elaborada en el municipio de Muna llevamos a cabo

una entrevista al Sr. Gilberto Mate Pool, en la cual nos narra su manera de construcción, así como las impresiones que tiene al construir una casa de este estilo; de dicha investigación seleccionamos catorce episodios (Covián, 2005, Anexo 2) que nos muestran el conocimiento matemático que utiliza para la construcción de su vivienda, así como los aspectos culturales e ideológicos que tiene para llevar a cabo la construcción de esta.

Articulamos estas tres fuentes en nuestro estudio para observar el proceso de institucionalización de dos maneras, la primera para reconocer la manera de evolución en lo que se hace y reflexiona sobre lo que se hace y posteriormente identificar lo que permanece a través del cambio en particular sobre el conocimiento matemático, es decir, el proceso de institucionalización.

Resultados y Discusión

El análisis del proceso de institucionalización de las prácticas lo pudimos ver reflejado a través de tres episodios que resaltaban la proporción utilizada en la construcción de la vivienda, la forma de la vivienda y la inclinación del techo.

2.2.- Una construcción social de la proporción en la construcción de la vivienda tradicional maya.

En las entrevistas realizadas, Gilberto nos menciona en uno de los episodios:

- 36. G: No, tiene 4 metros, una hamaca lo máximo tiene 4 metros
- 37. E: ¿Entonces usted lo mide conforme a la hamaca?
- 38. G: Claro que si, cuando según el grande de la hamaca, cuando tiene 3 metros está más corto. Como esa de allá, lleva una hamaquita, esas te llevan unas normales (Covián, 2005)

El largo de la casa es igual a 4 metros y nos menciona que las hamacas serán tendidas de Balo a Balo, es decir el largo de la hamaca determina el largo de la casa, la casa es para el habitante y estará en cierta proporción a su altura.

En este episodio lo que está haciendo Gilberto es obtener las medidas de su casa, primero teniendo como unidad de medida el metro y posteriormente mostrándonos la existencia de las unidades de medida de acuerdo a la proporción del cuerpo, puesto mide un metro de acuerdo a la medida de su altura.

Podemos explicar lo que hace Gilberto de la siguiente manera:

La base que forma la casa es un rectángulo con ancho de 3 metros por un largo determinado como se muestra en la siguiente figura 1.

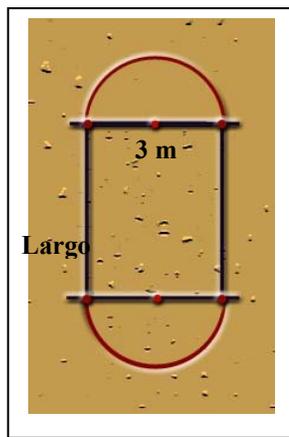


Fig. 1.- Plano de la casa vista desde una toma aérea. Se muestra el largo y el ancho igual a 3 m.

En la situación anterior lo que tenemos es que el ancho se mantiene fijo y lo que varía es la medida que llevará el largo de la casa. Este largo de la casa depende del largo de la hamaca que será colgada. Pero la hamaca que será colgada depende de la estatura de la persona que descansará en ella. Por tanto el largo de la casa dependerá de la estatura de la persona que la habitará.

Para construir una casa según lo que nos plantea Gilberto, primero nos preguntamos, ¿cuál es el largo que debe llevar?, esto nos lleva a decir, pues el largo que lleva la hamaca, entonces ¿cuál es el largo de la hamaca?, pues las medidas adecuadas para que la persona que duerma en ella esté cómoda, entonces, ¿cuál es la medida de la persona? Esto nos muestra que lo que va a variar entonces es la medida de la persona.

Parafraseando la composición de funciones de lo que consideramos hace Gilberto es lo siguiente:

x = la medida de la persona que descansará en la hamaca

$f(x)$ = es la función que determina el valor de la hamaca de la persona

$g(f(x))=$ es la función que determina el largo de la estructura

El manual de autoconstrucción (Diaz, D.) explica la situación de la siguiente manera:
 Se trazan dos circunferencias tangentes con radio igual a 3 varas, dónde la vara es igual a la mitad de la altura de la persona que habitará la casa.
 Después de trazar las circunferencias tangentes, se procede a obtener el trazo de la mediatriz de ambos círculos y ahí se localizarán los horcomes o columnas de la casa como se observa en la figura.

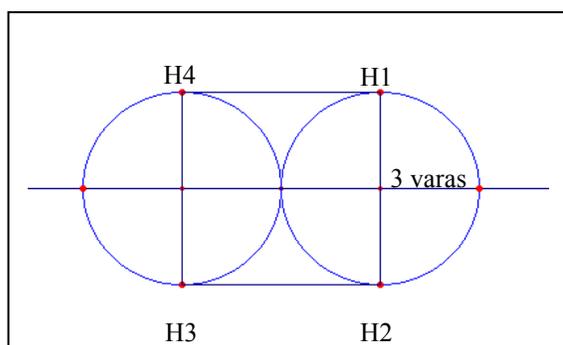


Fig. 2.- Trazo del plano de la casa que presenta el manual

Esto nos indica que por lo tanto la distancia de H1 a H4, es decir, de Horcom a Horcom es de 6 varas. En este caso, para la manera en que el manual traza la casa quiere decir que va a variar de acuerdo a la medida que tenga la persona que habitará en ella.

Si analizamos lo que nos proporciona el manual, podemos obtener lo siguiente:

$L=$ largo (o distancia de H1 H2)

$P=$ la estatura de la persona

$V=$ vara (la mitad de la estatura de la persona

$$L= 6V \text{ por lo que } L= 6 \frac{1}{2} P$$

Por lo tanto $L=3P$, el largo o distancia de H1 a H4 es igual a 3 veces el cuerpo de la persona.

En este manual nos presentan la idea de que toda la casa depende de la altura de la persona, tomando como unidad de medida la vara que es equivalente a la mitad del cuerpo, en este caso toda la casa varía por la forma de su construcción. Gilberto, en

contraste utiliza como unidad de medida el metro, y lo único que varía es el largo del rectángulo principal. El manual nos da las indicaciones para una casa “óptima” y construida de una manera en la que los instrumentos geométricos cumplen con las condiciones de la Geometría Euclideana, puesto está diseñado para su difusión en el estado.

En ambas situaciones lo que se conserva es la necesidad de construirla de acuerdo a la medida de la persona que habitará en ella. Aunque las unidades de medida son diferentes, puesto Gilberto utiliza metros y el manual la vara; la necesidad de construir en proporción a la medida que tiene el cuerpo de la persona que habitará en ella, permanece.

Con este ejemplo observamos que el problema que plantea Gilberto responde a prácticas que son diferentes en el sistema escolar, lo que en la escuela enseñan como una comparación de magnitudes Gilberto lo utiliza para obtener la medida que le servirá para elaborar la construcción, es decir la casa de acuerdo a la proporción del cuerpo de la persona que habitará en ella. Lo anterior no quiere decir que Gilberto conozca el concepto de proporción o que tenga que desarrollar el concepto matemático de proporción, sino que en realidad estaríamos dando cuenta de que el conocimiento matemático que en este caso él posee responde a otras prácticas acordes a sus necesidades y a su entorno social.

En este episodio que recién analizamos, hemos constatado la presencia de lo que hemos venido nombrando como la función normativa de la práctica social. Pues, consideramos que está presente a lo largo de los ejemplos elegidos, el uso de la noción de proporción que hace Gilberto, muestra con claridad el “por qué hace lo que hace”, es decir, exhibe las razones mediante las cuales realiza la construcción de su vivienda. Para hacerlo, él elige trabajar sólo con una de las medidas de la casa, digamos que la hace variar de acuerdo con la altura de la persona que habitará en ella, no así con el resto de las dimensiones de la casa como sugiere el manual.

Esta función normativa se encuentra a través del estudio del proceso que hemos llamado de institucionalización, puesto que le localizamos cuando se trabaja con lo que cambia mientras que el todo permanece, el todo en este caso es la proporción entre la longitud de la persona, su hamaca y la longitud de una de las medidas del rectángulo principal de la vivienda (el largo).

Encontramos que el conocimiento matemático que Gilberto pone en juego desempeña un papel importante en la construcción de la vivienda, puesto que es a través de este conocimiento que la construcción habrá de cumplir los requisitos para ser funcional y de acuerdo a sus necesidades.

2.2.- La construcción del plano principal de la vivienda

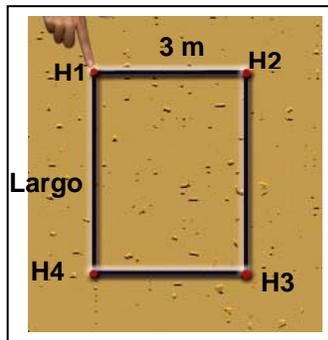


Fig. 3.- Plano del trazo de la casa que plantea Gilberto

Gilberto para construir su casa lo primero que hace es determinar las medidas que llevará el trazo. Las medidas que necesita son; 3 metros de ancho en el rectángulo principal por el largo que depende de la hamaca de la persona que habitará en la casa. Posteriormente marca los

puntos dónde situara los Horcomes o columnas principales de la casa (Figura 3).

Seguido, Gilberto determina el centro del Balo, que en este caso es la mitad de la distancia existente entre H1H2 y H4H3, llamémosle a este punto B1 y B2.

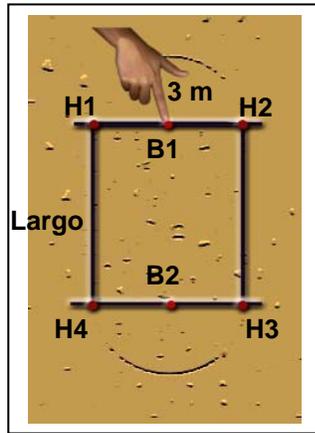


Fig. 4.- Gilberto localizando la mitad del Balo

Ahora tomando como centro en B1 y radio igual a la mitad de la distancia H1H2, se traza el arco de semicircunferencia que determinará esta figura. Se procede de la misma manera en el lado opuesto, una semicircunferencia con radio igual a la mitad del segmento H3H4 y centro en B2.

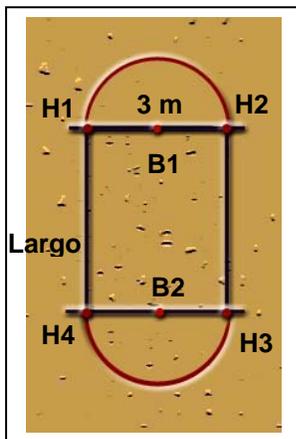


Fig. 5.- Trazo de semicircunferencias

En este caso el problema que tiene Gilberto es el de construir el plano de una casa que tiene que cumplir con ciertos requisitos.

Si regresamos al manual de autoconstrucción (Díaz, D.), el plano principal de la casa es trazado de forma diferente, en este caso, el largo del rectángulo principal es determinado hasta que se localizan los horcomes en las circunferencias

tangentes. En ambos casos encontramos que lo que se conserva es la forma absidal de la casa. Esta forma absidal es la que se supone presenta resistencia a los vientos en

esta zona que es muy propicia a los huracanes y por otro se ve que es utilizada para el almacenamiento o para situar objetos de culto religioso.

El manual de auto construcción, nos proporciona un trazo perfecto, simétrico, tal vez que responde estructuralmente a ciertas leyes de la física, pero si es construida con la matemática y en específico la geometría que conocemos, pero Gilberto no conoce esa geometría del manual, que es la habitual en la escuela y sin embargo construye de manera “coherente” pensando en sus necesidades, teniendo una ideología que lo hace construir de acuerdo a lo que observa, lo que lo hace pertenecer a la cultura.

Este episodio muestra de nueva cuenta la función normativa de la práctica social que esta presente en la construcción social del conocimiento matemático. Identificamos que varia la manera de construcción, sin embargo, existe la permanencia en la forma de construcción de la vivienda maya. El manual nos presenta los pasos para la construcción de acuerdo a la geometría clásica, Gilberto en contraste modifica la manera de construcción, pero conserva la forma absidal en la vivienda. Consideramos entonces que el carácter de la función normativa de la práctica social es lo que induce a la actividad.

En este caso el conocimiento matemático puesto en funcionamiento en la construcción de la vivienda hace que el individuo se encuentre en armonía con el entorno al que pertenece.

2.3.- La inclinación del techo

El tercer episodio seleccionado nos muestra las características que debe tener la inclinación del techo de la casa para que el funcionamiento de este sea el óptimo.

13. G: Si quieres ponerle bajo así, para que no acumule el agua (señalando la altura de la casa respecto a la inclinación como se muestra en la Figura 6)



Fig. 6.- Gilberto mostrando la inclinación del techo

14. G: Porque si lo pones muy así, inclinado pues legalmente cuando venga el agua, penetra (Mostrando la inclinación del techo de la casa con una abertura mayor, como se muestra en la Figura 7)



Fig. 7.- Gilberto explicando que a más inclinación del techo el agua entra a la casa.

15. G: Cuando está así, cuando caiga el agua, abajo (Mostrando la inclinación del techo de la casa con una pendiente mas pronunciada, resultando una abertura mas pequeña Figura 8)



Fig. 8.- Gilberto mostrando la altura que debe tener el techo para que el agua no entre

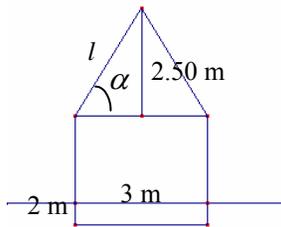
16. G: Ahora por ejemplo si quieres ponerle lámina, pues tienes que poner un declive así porque si es de lámina resbala (la inclinación del techo de la casa es menos pronunciada, Figura 9).



Fig. 9.- Gilberto mostrando la inclinación del techo cuando el material utilizado cambia.

17. G: Pero si es para una casa así (señalando la casa de materiales perecederos con un techo de paja), entonces tienes que ponerle altura para cuando venga el agua, abajo, así es.
18. E: ah! ¿entonces depende de la caída del agua no?
19. G: Sí, si tiene más altura, más mejor

Se analiza lo que Gilberto nos menciona. Recordemos que el ancho de la casa según las medidas que nos proporciona Gilberto es igual a 3 m y la altura del techo es de 2.50 m. Por tanto tenemos que la tijera forma un triángulo cuya base es igual a 3 m y altura igual a 2.50 m como se ilustra en la figura 10.



Obtengamos el ángulo α de inclinación que tiene el segmento l de un lado del triángulo que forma la tijera.

$$\text{Tang } \alpha = \frac{2.5}{1.5} \text{ lo que se obtiene es } \alpha = 59^{\circ} 2'$$

0.50 m

Fig. 10.- Triángulo que forma la Tijera.

Por lo que podemos observar que Gilberto establece es un parámetro de variación, en el que la base del triángulo permanece con medida constante y lo que varía es la altura.

Lo que establece Gilberto puede ser explicado de la siguiente manera: La altura h que varía de $[x, 2.50\text{m}]$ (de cierto valor x a 2.50m , que es el que establece), propicia que la inclinación del techo (la inclinación de los lados del triángulo) sea la adecuada para que el agua de lluvia no entre en la casa, para que el material (paja o huano) resista.

Pero si la altura h varía de $[0, x]$ (de cero al cierto valor x), la inclinación del techo (la inclinación de los lados del triángulo) no es propicia para resistir la caída del agua, puesto humedecerá el material (paja) y entrará a la casa.

Sin embargo Gilberto reconoce que si el material con el que es elaborado el techo de la vivienda es de lámina, no importa la variación en la altura, puesto el agua de lluvia no se filtrará a la casa, ya que el material propicia la caída del agua.

Si recordamos el manual determina para la altura de la Tijera (Ticera) las medidas: base igual a 6 varas (o 4 metros) y altura igual a 3 varas (o 2 metros).

Por tanto, si calculamos el ángulo α mencionado anteriormente, este es igual a 45° , es decir, cuando la medida de la base del triángulo sea el doble de la altura, la inclinación de los lados del triángulo es de 45° .

Pérez (1993 p.38) menciona que el ángulo de inclinación óptimo para la caída del agua es de 60° . Notemos que el ángulo de inclinación que calculamos según las medidas de la casa que Gilberto nos proporciona es de $\alpha = 59^\circ 2'$, muy próximo al de Pérez (1993 p.38), con esto queremos decir que lo que Pérez analiza estructuralmente para determinar lo "óptimo" para Gilberto ya lo es, porque responde a sus necesidades.

Con lo mencionado anteriormente podemos establecer que Gilberto, el manual de autoconstrucción y la bibliografía consultada tienen la necesidad de determinar la inclinación óptima para que el material con el que está elaborada la casa resista el embate de la lluvia.

Nos encontramos ante dos contextos diferentes, el conocimiento presentado de forma algorítmica de razonamiento y el contexto en que Gilberto se encuentra, es decir su necesidad en la construcción. Nos preguntamos entonces, la persona que aprende

conceptos en un ambiente escolar ¿puede elaborar una casa en la que tome en cuenta los principios de variación que utiliza Gilberto?, si lo hace ¿esta casa será funcional y estará diseñada acorde a sus necesidades? Observemos que en el sistema escolar el estudiante solamente conocerá la definición de recta tangente a una curva y entender el moviendo de esta, mientras que Gilberto pone en juego más elementos en el conocimiento matemático, para cumplir con la optimización en la resistencia de materiales con la que está elaborado el techo de la casa además de permitirse considerar la variación de la inclinación acorde a éstos. El manual propone un algoritmo a seguir sin opciones, ¿con base a qué un individuo lo modifica? Sostenemos que es con base a su funcionamiento, lo que el ha aprendido en su cultura.

En este caso la función normativa de la práctica social que venimos mostrando previamente es más explícita en este episodio. Se observa, al estudiar en lo que se conserva a través del cambio, que el conocimiento matemático está en funcionamiento y que algo lo hace estar en funcionamiento, adquiriendo identidad propia. En este caso la inclinación del techo de acuerdo a la necesidad de protección en la casa, nos indica la existencia de algo que guía las acciones, viendo en esto la función normativa de la práctica social.

En síntesis los tres episodios mostrados rinden evidencia de que Gilberto hace funcional el conocimiento matemático que en el manual y las fuentes bibliográficas no es explícito, reconociendo con esto que el conocimiento matemático tiene un uso social y mostramos que la práctica social es el concepto teórico que induce el comportamiento de lo que se hace, no es lo que se hace.

Conclusiones

Entendemos que este tipo de estudio puede corresponder más a la antropología, arqueología, arquitectura, o sociología; sin embargo nos interesó entender qué papel juega “lo matemático”, los conocimientos y las prácticas, es decir, nos preguntamos, cómo podían edificar una vivienda que resistiera a fuertes corrientes de viento, a

tempestades haciendo uso de materiales tan simples y cotidianos; la respuesta sería reducir todo esto a la cultura, como queriendo decir con este término que ahí está dentro todo lo que vemos y no vemos. Nosotros optamos por otra ruta metodológica, quisimos analizar en detalle sus actividades y triangulamos esta información cotejando las referencias escritas, con las descripciones verbales y las actividades propias de construcción. Al hacerlo teníamos como objetivo analizar el papel de lo matemático, refiriéndonos con estos a los conceptos y las prácticas que estaban presentes en este proceso de construcción.

La aproximación socioepistemológica, a diferencia de las etnográficas, no observa lo cotidiano para describirlo y profundizar en ello sino se propone construir conceptos y explicaciones que den cuenta de los mecanismos de construcción social del conocimiento matemático, para lo cuál construimos un modelo que queríamos probar con el análisis de lo cotidiano.

Este modelo al haber sido ajustado y validado con esta investigación de campo, nos será útil para analizar otros procesos de construcción de análisis cuando dichos procesos sean orientados por una praxis social construida a lo largo de los siglos.

Poniendo en juego este modelo hemos encontrado que al analizar todo lo cotidiano que está en torno a la construcción de la vivienda, el papel del conocimiento matemático se encuentra presente de manera funcional en las prácticas de la construcción, puesto tiene su propia identidad, es dinámico, depende del contexto y realidad a la que pertenece. El conocimiento matemático reconocido como saber funcional, se va transformando y transmitiendo por generaciones puesto se reconoce su validez, por ejemplo, en la proporción que se utiliza para la construcción de la casa, la forma o plano que tiene la casa y la inclinación del techo que lleva, estos sin ser conceptos matemáticos escolares. El individuo o grupo humano siempre pone en funcionamiento sus prácticas y saberes, siendo el conocimiento matemático parte de este, y también teniendo un origen y construcción en su entorno.

La institucionalización nos muestra la evolución en el proceso de construcción de vivienda, todas las razones, de tipo, ideológicas, culturales, de ambiente y contexto al que pertenecen para conocer la forma en la que construyen, es conocer el contexto en el que se encuentra cierto grupo humano. Este proceso de evolución lo podemos observar en las tres fuentes referidas anteriormente, se reconoce que existen variantes, las casas no son iguales, depende del contexto del espacio al que pertenecen y al tiempo, pero algo se conserva en este proceso y esto es por ejemplo, la forma del techo de la casa, debido a las lluvias podría ser, la forma absidal, que es utilizada generalmente para los cultos y para almacenamiento, el espacio multifuncional y para dormir de acuerdo a las necesidades de quien la habita.

Otra conclusión que podemos mostrar es la existencia de un conocimiento teórico que está desarrollado de acuerdo a los estudios elaborados que nos indican algoritmos a seguir o reglas ya establecidas, pero esta investigación nos muestra una construcción social que lleva este conocimiento ya establecido, como por ejemplo el manual nos otorga medidas ya estandarizadas y en contraste Gilberto nos enseña cuál es la razón por la que construye su vivienda de cierta manera, de acuerdo a sus necesidades. Por este motivo afirmamos que la investigación que realizamos explica la construcción social del conocimiento matemático que se encuentra en torno a la construcción de vivienda, y mostramos que esta construcción responde a ciertos contextos y cultura en la que se está inmerso y la función normativa de la práctica social es la que lo induce.

Esta investigación nos abre la puerta hacia una nueva metodología en el estudio de los mecanismos de construcción social del conocimiento matemático, nos muestra que el estudio del proceso de institucionalización de las prácticas nos da información sobre la normatividad de la práctica social y se puede observar a través de identificar la permanencia en el cambio, es decir identificar estos mecanismos de institucionalización presentes en la construcción social del conocimiento matemático, y no en la identificación de la práctica social.

Testificamos que la construcción social del conocimiento responde a los procesos de institucionalización de las prácticas, y que el proceso que se sigue en el desarrollo es tal que llega a generar un conocimiento científico; ya que poseen su propia forma de transmisión y validación, mostrando que este conocimiento matemático es funcional y forma parte de la construcción de pensamiento matemático que se encuentra apartado del sistema escolar.

Bibliografía

- Arrieta, J. (2003). Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula. Cinvestav-IPN, México, D. F, México.
- Cantoral, R. (2001). Matemática Educativa. *Un estudio de la formación social de la analiticidad*. México, D. F, México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Cantoral, R y Farfán, R. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 6(1), 27- 40.
- Cantoral, R. y Farfán, R. (2004). La sensibilité à la contradiction: logarithmes de nombres négatifs et origine de la variable complexe. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. La Pensée Sauvage, France. 24 (2.3), 137-168.
- Carraher, T. N., Carraher, D. W. y Shliemann, A. D. (1991). En la vida diez, en la escuela, cero: los contextos culturales del aprendizaje de las matemáticas. En T, Carraher, D. Carraher y A. Schliemann (Eds.) *En la vida diez, en la escuela cero* pp. (25- 47) Siglo veintiuno editores, s. a. de c. v.
- Covián, O. (2005) *El papel del conocimiento matemático en la construcción de la vivienda tradicional: El caso de la cultura maya*. Tesis de maestría, CINVESTAV-IPN, México D.F.
- Covián, O. (Dirección y Producción) y Covián, S. (Grabación). (2005). *Entrevista al señor Gilberto Mate Pool*. Muna, Yucatán, México.
- D'Ambrosio, U. (1994). Ethnomathematics, the Nature of Mathematics and Mathematics Education. En Ernest Paul (Ed). *Mathematics, Education and Philosophy: An International Perspective* (pp. 230-242).
- Díaz, D. *Manual de Auto construcción de la casa Maya*. Investigación no publicada, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida Yucatán, México.
- Lange, J. (1994). *Descifrando Números* (López, J. y García, V. Trads.) Departamento de Matemáticas de la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras.

Lave, J. (1991). La cognición en la Práctica (L. Botella, Trad.) Ediciones Paidós. (Trabajo original publicado en 1988)

Minguer, L. (2005). Entorno Sociocultural y Cultura Matemática en profesores del nivel superior de educación. Estudio de caso en el Instituto Tecnológico de Oaxaca. Una Aproximación Socioepistemológica. Disertación doctoral no publicada, Cicata-IPN, México, D. F, México.

Minguer, L. (2004). Entorno Sociocultural y Cultura Matemática en profesores del nivel superior de educación. Estudio de caso en el Instituto Tecnológico de Oaxaca. Una Aproximación Socioepistemológica. Disertación predoctoral, Cicata-IPN, México, D. F, México.

Ortiz, L. (2004). Testimonios sobre cultura matemática en países latinoamericanos. Prolegómenos a las etnomatemáticas en Mesoamérica. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 7(2), 171-185.

Pérez, S. (1993). Transformación de la vivienda rural en Yucatán: Estudio de caso. *Cuadernos de arquitectura. F.A.U.A.D.Y*, 6, 57-73.

Johsua, S. (1996). Qu'est-ce qu'un "Résultat" en didactique des mathématiques? *Recherches en Didactique des Mathématiques* 16 (2) pp. 197-220

Thompson, J. (2003). *Grandeza y Decadencia de los Mayas* (Zavala, L.). México D. F, México.: Fondo de Cultura Económica. (Trabajo Original Publicado en 1954).