

ENFOQUE METODOLÓGICO EN LAS ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE DE CONCEPTOS MATEMÁTICOS USADOS POR ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Hipólito Hernández Pérez, Juan Carlos Cabrera Fuentes
Universidad Autónoma de Chiapas
polito_hernandez@hotmail.com, jcabrera@unach.mx

México

Resumen. En este trabajo reportamos las herramientas arqueológicas desde un enfoque metodológico en las estrategias de aprendizaje de los conceptos matemáticos, con la finalidad de favorecer el aprendizaje de los alumnos de la carrera de ingeniería civil (IC) de la Facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). El objetivo es caracterizar e identificar los patrones y semejanzas de las estrategias de aprendizaje, sean residuales o no, que han adquirido los alumnos desde su contexto y visión del mundo, a fin de conocer las habilidades y destreza en la construcción de conceptos matemáticos. A partir de ellos, creemos que se puede desarrollar un conjunto de acciones que permitan a los alumnos, desestructurar y desarmar las estrategias adquiridas, reestructurarlas o rearmarlas, deshaciéndose de las ineficientes, para dar mejores respuestas al aprendizaje de conceptos y soluciones en los problemas matemáticos de la carrera de ingeniería civil, en la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Palabras clave: herramientas arqueológicas, estrategias, aprendizaje, estudiantes

Abstract. In this paper we report archaeological tools as a methodological approach in learning strategies of mathematical concepts, in order to promote student learning in civil engineering degree (IC) of the Faculty of Engineering UNACH. The aim is to characterize and identify patterns and similarities of learning strategies, are residual or not, that in time the students have gained from the evidence of the students from their context, their world view to generate learning strategies involving skill and dexterity in the construction of mathematical concepts. From them, we believe we can develop a set of actions that enable students, deconstruct and disassemble acquired strategies, restructure, getting rid of ineficiente, to give better answers to the learning of concepts and solutions to mathematical problems of civil engineering degree at the Faculty of Engineering UNACH.

Key words: archaeological tools, strategies, learning, students

Introducción

En esta investigación reportamos las herramientas arqueológicas como un enfoque metodológico en las estrategias de aprendizaje de los conceptos matemáticos, con la finalidad de favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje en los alumnos de la carrera de ingeniería civil (IC) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). El objetivo es caracterizar e identificar los patrones y semejanzas de las estrategias de aprendizaje de los estudiantes al construir conceptos matemáticos, a partir de las evidencias de los sedimentos acumulados de la trayectoria escolar, experiencias y visión del mundo, de las prácticas sociales con el fin de mejorar las estrategias de aprendizaje que involucren habilidades y destreza en la construcción de un conocimiento matemático funcional e integral. Puesto que, hoy en día se busca nuevas herramientas metodológicas y su posible inmersión en el sistema didáctico.

Los contenidos matemáticos en la carrera de IC son parte de la disciplina de la matemática y la construcción de nuestro objeto de estudio surge a partir de la problemática cotidiana de las actividades y experiencias en el proceso enseñanza aprendizaje de las matemáticas, este fenómeno social está presente, tanto, en el nivel internacional, nacional y estatal. Además retomamos los señalamientos del Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico/Programa Internacional de Evaluación de los Estudiantes (OCDE/ PISA, 2003) que hacen recomendaciones con respecto al hacer que las matemáticas impliquen: traducir los problemas desde el mundo real al matemático, es decir, se sustenta sobre actividades como las de identificar las matemáticas que pueden ser relevantes respecto al problema; representar el problema de modo diferente; comprender la relación entre los lenguajes: natural, simbólico y formal; encontrar regularidades, relaciones, patrones, semejanzas y analogías.

Por lo tanto, para entender esta problemática, nuestro objeto de estudio en la presente investigación son las estrategias que los estudiantes (de la carrera de ic de la UNACH) usan para construir conceptos matemáticos; con estas estrategias desarrolladas pensamos que los estudiantes generan capacidades, destrezas y habilidades en la construcción de conceptos matemáticos y en la solución de problemas vinculados en el entorno de los estudiantes de la carrera de IC de la UNACH.

En consecuencia, cuando se construye un problema de investigación de orden explicativo de conceptos y relaciones entre ellos decimos que es un constructo (Álvarez-Gayuou, 2003). Por ello, nuestras preguntas de investigación están dirigidas hacia los estudiantes de la carrera de IC de la UNACH ¿Cuáles son las características y tipos de estrategias de aprendizaje en la construcción de conceptos matemáticos ponen en uso? ¿Cuáles son los elementos de análisis para valorar críticamente las estrategias de aprendizaje de los conceptos matemáticos que se usan? ¿Qué huellas y sedimentos conservan del pasado académico los alumnos y de las tradiciones de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en el campo de la ingeniería civil? Con el propósito de responder las preguntas de investigación nos posicionaremos en una metodología cualitativa y una perspectiva teórica al interior de paradigma interpretativo, desde la propuesta teórica con base en el análisis de las herramientas arqueológicas del saber de Foucault.

Paradigma interpretativo

Hoy en día, se ha dado una polémica de las posiciones epistemológica y nuevas perspectivas de investigación que se engloban bajo el término paradigma, definido por Kuhn (1995, p. 13) como conjunto de “realizaciones científicas universalmente reconocidas, que durante cierto tiempo proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica”, estas

aportaciones científicas son compartidas por una comunidad que sirven para la solución de problemas aún no resueltos, que constituyen un punto de partida de la investigación. Por otro lado, en el trabajo de Sandín (2003) comenta que el paradigma se usa por consenso no a través de justificaciones que obliguen a hacer la investigación. En otras palabras, en la producción del conocimiento científico no sólo intervienen elementos intelectuales, lógicos y racionales, sino también, se halla determinada por factores actitudinales, afectivos, sociales y políticos. En la misma dirección se tiene la definición “un paradigma supone una determinada manera de concebir e interpretar la realidad, construye una visión del mundo compartida por un grupo de personas, y en tanto posee un carácter socializador” (Sandín, 2003, p. 28). Interpretar la realidad son expresiones diversas que indican el mundo intersubjetivo que hay que interpretarlo y comprenderlo para efectuar cambios dentro de él y la búsqueda de las relaciones.

Para abordar la presente investigación, la perspectiva epistemológica y ontológica de la investigación es el subjetivismo, tal que, el saber de cada sujeto (estudiantes de la carrera IC) está construyendo su propia realidad y visión del mundo de los conceptos matemáticos por medio de las estrategias de aprendizaje, porque la realidad absoluta no existe, según Foucault no existe la verdad objetiva: sólo existen regímenes de “verdad y de poder”, de ahí que “otro poder, otra verdad” (Citado en Bunge, 1996, p. 453), para este caso lo que existe es la interpretación de la realidad de los estudiantes de la carrera de IC, en esta realidad que muestran los estudiantes hay un principio de intencionalidad, que es así, como los estudiantes desde sus experiencias están percibiendo y actuando la realidad, en el sentido, en que las acciones sociales están siendo ordenadas, organizadas, y la sociedad se está organizando con base a estas percepciones (Sandín, 2003). Por tanto, la interpretación de las acciones y de las estrategias abordadas por el estudiante, es lo que se le llama paradigma interpretativo de las acciones del sujeto.

En este sentido, el paradigma interpretativo como dimensión epistemológica lo que vemos son las acciones y las acciones implica una manifestación externa lo que nosotros vemos en particular: creencias, motivaciones e intenciones, de tal forma, que el investigador no puede quedarse sólo con la explicación externa, sino que el investigador lo que debe encontrar son las relaciones de las acciones de los motivos. Por ello, desde lo interpretativo toda acción requiere de la búsqueda de esta explicación como dimensión metodológica (Sandín, 2003).

Herramientas arqueológicas como metodología

Abordar la realidad desde las herramientas arqueológicas del saber, aparece como una forma de llevar a cabo el ejercicio de interpretación y explicación de la realidad, que supone que el

saber de una época está constituido por los conjuntos de enunciados posibles y visibles en un tiempo y lugar determinado, que resultan de interjuego de reglas para que emerjan unos enunciados y no otros. En este sentido el “saber consiste en referir el lenguaje (...) en restituir la gran planicie uniforme de las palabras y de las cosas. Hacer hablar a todo (...) lo propio del saber no es ni ver ni demostrar, sino interpretar” (Foucault, 2007b, p.48) las estrategias de aprendizaje de los estudiantes de la carrera de ingeniería civil para la construcción de conceptos matemáticos. Es evidente, que el saber es un estudio que se esfuerza por reencontrar aquello a partir de lo cual han sido posibles conocimientos y teorías; según cual espacio de orden se ha constituido el saber; sobre el fondo de qué a priori histórico y en qué elemento de positividad han podido aparecer las ideas, constituirse las ciencias, reflexionarse las experiencias de los estudiantes que convergen en la carrera de ingeniería.

En este sentido, Foucault realiza el análisis de las formaciones discursivas, de las positivities y del saber en sus relaciones con las figuras epistemológicas y la ciencia, el análisis de la episteme (conocimiento matemático) entendido como “el conjunto de las relaciones que pueden unir, en una época determinada, las prácticas discursivas que dan lugar a unas figuras epistemológicas, a unas ciencias, eventualmente a unos sistemas formalizados” (Foucault, 2007, p. 322-323). Por lo tanto, la episteme es aquello con lo que se define un campo discursivo en una época dada, es decir, “no se puede hablar de cualquier época de cualquier cosa” (Foucault, 2007, p. 73), en nuestro caso la matemática de los niveles educativos: básico, medio superior y universitario (los contenidos matemáticos del plan de estudios actual de la carrera de IC de la UNACH), además, en nuestra investigación se caracteriza los lugares e instituciones y regiones de procedencia y el año que ingresaron los estudiantes en la facultad de ingeniería de la universidad a través de nuestros resultados del diagnóstico realizado.

En este sentido, el análisis arqueológico es todo el saber clásico o, más bien, ese umbral que nos separa del pensamiento clásico y constituye nuestra modernidad, Foucault reconstruye el surgimiento de las ciencias humanas, en las palabras y las cosas en su investigación arqueológica muestra dos grandes discontinuidades o rupturas en la episteme de la cultura occidental: “aquella con la que se inaugura la época clásica (hacia mediados del siglo XVII)” y “aquella que, a principios del XIX, señala el umbral de nuestra modernidad” (Foucault, 2007b, p. 7). En consecuencia, debido a la ruptura en la episteme, el umbral de nuestra modernidad se redistribuye el orden del saber, es decir, el reordenamiento se basa en el ordenamiento que reemplaza la episteme clásica por la episteme moderna, donde aparecen las ciencias humanas, en consecuencia, apareció el día en que el hombre se constituyó en la cultura occidental a la vez “como aquello que hay que pensar y aquello que hay que saber “ (Foucault, 2007b, p. 334-335).

Por tanto, el concepto de episteme que nos posicionamos en la presente investigación es el subjetivismo, puesto que cada estudiante está construyendo su propia realidad, su propia visión del mundo y paradigma de los conceptos matemáticos, en la modernidad es aquel “conjunto indefinidamente móvil de escansiones, de desfases, de coincidencias que se establecen y se deshacen” (Foucault, 2007, pp. 223-324).

Por otra parte, el sujeto que conoce puede romper las prenociones, desconstruyéndose en este acto como sujeto, a esto, Foucault le llama rupturas con las nociones, los conceptos, teorías y tipos de relaciones que obstaculizan la tarea de una descripción arqueológica, es decir “una descripción pura de los acontecimientos discursivos como horizontes para la búsqueda de las unidades que en ellos se forman” (Foucault, 2007, p. 43).

Por otro lado, en las interpretaciones de las estrategias de aprendizaje que los estudiantes usan en la construcción de conceptos matemáticos “dan lugar a ciertas organizaciones de conceptos, a ciertos reagrupamientos de objetos, a ciertos tipos de enunciación, que forman según su grado de coherencia, de rigor y de estabilidad, temas o teorías (...) cualquiera que sea su nivel formal, se llamará convencionalmente estrategias a estos temas y teorías” (Foucault, 2007, p. 105). El problema es cómo se distribuyen en la historia, para abordarlo, Foucault indica las siguientes direcciones de su investigación: primero, “determinar los puntos de difracción posible del discurso, es decir, dos puntos incompatibles, dos objetos, dos enunciados, o dos conceptos que están en la misma formación discursiva, pero inconsistente en una sola serie de enunciados que posteriormente se caracteriza como punto de equivalencia (...) o como punto de enganche de una sistematización” (Foucault, 2007, p. 108); segundo, “una formación discursiva no ocupa, pues, todo el volumen posible que abren por derecho los sistemas de formación de sus objetos, de sus enunciaciones, de su concepto, tiene por esencia, lagunas y esto el sistema de formación de su elección de estrategias” (Foucault, 2007, p. 111). Por tanto, las estrategias “deben ser descritas como maneras sistemáticamente diferentes de tratar objetos de discurso, de disponer formas de enunciación, de comprenderlas, de manipular conceptos (de darle reglas de utilización, de hacerla entrar en coherencia regionales y de constituir así arquitecturas conceptuales). Estas opciones no son gérmenes de discursos, son maneras reguladas de poner en obra posibilidades de discurso” (Foucault, 2007, p. 111).

Región de estudio

En el desarrollo de nuestra investigación es importante considerar el posicionamiento regional a partir de la cultura matemática de los estudiantes que llegan a estudiar la carrera de IC en la UNACH. Se diseñó una cédula para recabar los datos generales de los alumnos inscritos de la

Facultad de ingeniería (lugar de origen, edad, sexo, nivel de estudio de los padres), en el procesamiento de los datos se agruparon en las 15 regiones del estado de Chiapas. En el concentrado por regiones el resultado arrojó la siguiente información: por ejemplo, se tiene un 48.1 % de estudiantes que provienen de la región metropolitana (Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de Corzo, Berriozábal, Suchiapa); el 4.88% de alumnos son de la región Valle Zoque (Cintalapa, Jiquipilas, Ocozocoautla); en la región Meseta Comiteca tropical (Comitán, Tzimol, La Independencia, La trinitaria, Las margaritas, y Las Rosas) provienen el 5.4% de estudiantes; en la región Altos-Tsotsil-Tseltal están conformados por diecisiete municipios de estos lugares proviene el 8.1% de estudiantes; el 33.5% de estudiantes están distribuidos en las once regiones restantes del estado de Chiapas. También, se tiene información del porcentaje de estudiantes por géneros, se tiene que el 89.2% de estudiantes es masculino y el 10.8% son mujeres. En el diagnóstico se tiene un porcentaje muy alto (88%) de estudiantes que tienen edad entre los 18 a los 21 años. Los estudios de los padres de los alumnos inscritos en la carrera de IC en su mayoría son del nivel básico. Es importante considerar estos resultados en cuanto al espacio y tiempo de los estudiantes para la regionalización de nuestra investigación.

Interpretación de las estrategias de aprendizaje de los alumnos

Se presenta las interpretaciones de los comentarios de los alumnos provenientes de las diferentes regiones con respecto a las preguntas del cuestionario aplicado. Se aplicó una cédula con 38 preguntas a un grupo de 46 estudiantes del segundo y tercer semestre de la carrera de IC de la UNACH, esta muestra se consideró de forma estratificada debido a que, en la región metropolitana tienen más estudiantes que las otras regiones como se puede observar en el párrafo anterior.

En la interpretación de los comentarios de los alumnos de las preguntas sobre las experiencias de aprendizaje de las matemáticas (considerado como una de las categorías) en los niveles educativos: primaria, secundaria y bachillerato. En consecuencia, podemos ver que aparecen las estrategias: memorísticas o mnemotecnica, la de clarificación/verificación, usadas por los alumnos cuando dicen “que aprendieron las tablas de multiplicar repitiendo varias veces y pudieron realizar suma, resta, multiplicación y la división de diferentes cantidades, o bien la actividad de repasar los apuntes y ejemplos realizados por el profesor y resolver otros ejercicio extraclases”; otra estrategia sale a la luz de lo expresado por los alumnos es la estrategia significativa se visualiza cuando dicen que “les fue agradable y bonita en aprender matemáticas”, es decir, cuando los alumnos llegan a expresar en un sentido motivacional el aprendizaje de las matemáticas ya va implícito (estudio, análisis y significado), además usan la

estrategia de: razonamiento y la significativa al decir que “la han utilizado en la vida cotidiana y les ha ayudado para comprender el mundo”.

En la categoría de las formas de enseñanza de los profesores en el nivel (primaria, secundaria y bachillerato) hay dos características importantes que se observa en el relato de los estudiantes: la mayoría de los profesores que impartieron clases de matemáticas en el bachillerato tienen una carrera de ingeniería; por otro lado, el apoyo o asesoría de los familiares para aclarar las dudas en matemáticas es casi nula. Esta parte se relaciona con el diagnóstico del nivel de estudio de los padres, los datos que se obtienen es que la mayoría de los padres tienen estudios hasta el nivel básico, muy pocos de los padres tienen una carrera o posgrado en ingeniería.

En la interpretación de esta categoría a partir de los comentarios expresados por los estudiantes, se tiene lo siguiente: podemos ver que aparecen la estrategia *memorísticas* y la de *clarificación/verificación* en el momento en que el profesor pide que “aprendieran las tablas de multiplicar repitiendo varias veces y hacer multiplicaciones de diferentes cantidades” otros alumnos dicen que “no se usaba calculadora sino de forma mental” o bien la “actividad de repasar los ejemplos realizados por el profesor y resolver otros ejercicios extraclase”; otra estrategia es la estrategia *significativa* cuando dicen que “fue agradable y bonita en aprender matemáticas”, o bien la estrategia de *razonamiento deductivo* cuando el profesor les enseñaban de manera “más analítica y didácticas”; por otro lado también la estrategia de *predicción e inferencia* cuando los profesores les pedían a los alumnos “que dibujaran lo que pudieran, que así le entenderían mejor y eso fue de gran ayuda para el aprendizaje de las matemáticas”; otras de las estrategias implementada por el profesor es “el desarrollo de las habilidades y destreza de contar con la finalidad de desarrollar habilidades mentales a través de concursos internos” a esta estrategia se le denomina *clarificación/verificación*.

En consecuencia, se llevó a cabo la construcción de las categorías de las estrategias de aprendizaje de cada región, siguiendo las trayectorias o huellas de las etapas educativas de los estudiantes que a través de las interpretaciones de sus comentarios, declaraciones y anécdotas se puede vislumbrar los hallazgos de nuestra investigación en cuanto a que algunos estudiantes siguieron las estrategias desde el inicio de su formación educativa hasta el nivel universitario; otros estudiantes abordaron estrategias que les sugerían sus profesores, a veces encontraron dificultades cuando habían cambios de profesores o cambios de niveles educativos; otros alumnos al seguir una estrategia de aprendizaje en un nivel educativo se quedaban varados en ese nivel hasta que otros profesores les sugerían otros tipos de estrategias.

De los comentarios vertidos por los estudiantes, el análisis de las interpretaciones de las estrategias y con el inventario de estrategias establecidas por Díaz Barriga (1999) que usan los estudiantes que en forma simplificada se describe a continuación:

- ❖ La estrategia de clarificación es usado por el estudiante para confirmar su comprensión de los temas repasando los apuntes visto en clase.
- ❖ La estrategia de predicción e inferencia, los alumnos en la solución de los problemas de los diferentes niveles y los dos problemas que resolvieron hacen uso de los conocimientos previos, por ejemplo, conceptos, símbolos, lenguajes matemáticos, las representaciones gráficas. Y se habla para inferir significados en gráficos, ecuaciones, problemas, etc.
- ❖ Los estudiantes usaron la estrategia inductiva puesto que revisan aspectos como ¿qué significado tiene?, ¿Dónde se usó antes?, ¿cómo se escribe, o se simboliza?, ¿con qué se relaciona?
- ❖ En los dos problemas que resolvieron los estudiantes usaron la estrategia de razonamiento deductivo puesto que buscaron y relacionaron los conceptos de cálculo diferencial para construir la caja y el tanque para entender y resolver los problemas usando las analogías, síntesis de los conocimientos y contexto del alumno.

Por lo anterior, se concluye que las estrategias de estudios de los conceptos y de resolver problemas matemáticos por los estudiantes de la carrera de ingeniería civil en los diferentes niveles educativos (primaria, secundaria y bachillerato y universitario) son:

- ❖ La estrategia *mnemotecnia* y la clarificación/verificación puesto que estudiaban matemáticas repasando y practicando los ejercicios que resolvían en las clases y los ejercicios de tarea que les dejaban en forma extraclase, ellos manifestaron que las dudas que surgían en el proceso al resolver los problemas consultaban a través de algún familiar o maestro.
- ❖ La estrategia *significativa* dado que relacionaban las matemáticas con la vida real a través de los negocios familiares para reforzar los conocimientos matemáticos.
- ❖ En esta categoría podemos ver que aparecen las estrategias memorísticas y la de clarificación/verificación en el momento en que el profesor pide que “aprendieran las tablas de multiplicar repitiendo varias veces y hacer multiplicaciones de diferentes cantidades” otros alumnos dicen que “no se usaba calculadora sino de forma mental”

- ❖ La estrategia razonamiento *deductivo* cuando trataban de buscar un método que se les hiciera más fácil de entender y resolver los ejercicios que dejaban como tarea los profesores
- ❖ Los profesores sólo realizaban ejercicios que venían en la guía, es decir, usaban la estrategia *memorística*, por otro lado, los profesores no propiciaban el uso de las estrategias deductivas y significativas cuando los alumnos dicen que “los profesores no dejaban que planteáramos nuestro propios ejercicios de la vida cotidiana, sólo realizar más ejercicios en el pizarrón, así como la búsqueda de ejemplos en los libros y en internet”.

Conclusiones

La herramienta metodológica de la arqueología del saber fue de gran utilidad y novedad en la construcción de las categorías de las estrategias de aprendizajes en los conceptos matemáticos en la carrera de ingeniería civil, ya que esta metodología nos permitió ir construyendo o des-construyendo, uniendo las interpretaciones de los discursos narrativos de los alumnos provenientes de las diferentes regiones del estado de Chiapas. Por tanto, hacemos una reflexión teórica de la tradición interpretativa entre los planos epistemológico: plano epistemológico (números y operaciones, formas y figuras, funciones y relaciones, pensamiento variacional, tratamientos de la información, usos de la TIC); Plano metodológico (herramientas arqueológicas, niveles educativos, regiones, espacio tiempo) y las estrategias de aprendizaje (*estrategias de aprendizaje*, memorísticos, Predicción, inductivo, razonamiento deductivo, significativa). Según Sandín (2003) hay que teorizar todo aquello que se quiere conocer y que nos está marcando ciertas posibilidades. Es importante notar los resultados de esta investigación sobre las estrategias de aprendizaje de conceptos matemáticos para mejorar el proceso aprendizaje en matemáticas en la carrera de IC de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Referencias bibliográficas

- Alvarez-Gayou, J. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa: fundamentos y metodología*. México: Paidós Educación.
- Bunge, M. (1996). *Buscar la filosofía en las ciencias sociales*. México: Siglo XXI.
- Foucault, M. (2007). *Arqueología del saber*. México: Editorial Siglo XXI.
- Foucault, M. (2007b). *Las palabras y las cosas: una arqueología de las ciencias humanas*. México: Siglo XXI.

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico/Programa Internacional de

- Evaluación de los Estudiantes (2003). *Assessment Framework. Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. París, OCDE.
- Sandín E. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid, España: McGraw Hill.
- Khun, T. (1995) *La estructura de las revoluciones científicas*, p. 13. México: Fondo de Cultura Económica.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández R, G. (1999). Estrategias para el aprendizaje significativo: fundamentos, adquisición y modelos de intervención. En *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGRAW-HILL. Obtenido de: <http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/biblioteca/articulos/pdf/estrategia.pdf>