



RECIBIDO EL 15 DE AGOSTO DE 2017 - ACEPTADO EL 15 DE AGOSTO DE 2017

De la información a los datos: Un análisis de la práctica de los profesores con la ayuda de Atlas. TI

Jeannette Vargas Hernández¹

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Colombia
jeannettevargas@usal.es

María Teresa González Astudillo²

Universidad de Salamanca, España
maite@usal.es

Nury Vargas Hernández¹

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Colombia

RESUMEN

En esta comunicación se describe la manera cómo se clasifica y realiza un análisis de primer orden sobre los datos obtenidos en una investigación cuyo objetivo es caracterizar la práctica de los docentes universitarios de precálculo en la enseñanza del concepto función logarítmica. Para ello se hace uso de la herramienta Atlas.TI que permite almacenar todos los datos, codificarlos, categorizarlos y en nuestro caso, analizar los resultados obtenidos a partir de la herramienta teórica de modelación

de un mecanismo de construcción.

PALABRAS CLAVE: análisis de datos, práctica docente, función exponencial, precálculo, Atlas. TI, APOS.

SUMMARY. This paper describe how to make a first order analysis of data obtained in a research which main goal is to characterize the university teacher practice when he or her is teaching the logarithmic function. For this, we use Atlas.TI software that permits to store the data, categorize them. This analytical process help us to analyze data from a theoretical perspective using the notion of modeling a construction mechanism.

KEYWORDS: data analysis, teacher practice, exponential function, precalculus, Atlas.TI



INTRODUCCIÓN

La utilización de las nuevas tecnologías en la investigación educativa ha obligado a los investigadores a perfeccionar los métodos a seguir así como la selección de los instrumentos, herramientas y técnicas más adecuadas para conseguir los objetivos planteados. Si repasamos las diferentes fases de una investigación: selección de sujetos, metodología a aplicar, el diseño de instrumentos, la recogida de datos,...en cada uno de esos momentos se ha logrado que las nuevas tecnologías formen parte del proceso investigador como ayuda o enriquecimiento de dicho proceso. Así nos han permitido:

- Acceso a los sujetos objeto de investigación a través de diversos medios: páginas web, correo electrónico, redes sociales,...
- Diseño de una metodología de aula innovadora que implique el uso de las TIC.
- La recogida de los datos mediante audiongrabadoras digitales, de cámaras de vídeo, cámaras web o software de captura de pantallas (Codes, 2009)
- Modificar el centro de interés, por ejemplo, el análisis de los gestos realizados por los alumnos cuando resuelven un problema matemático no habría sido posible sin el uso de cámaras de vídeo.
- Análisis de textos, con segmentación de secciones (Vargas, Castañeda & Novoa, 2016)

En general, cuando se habla de metodología cualitativa, el trabajo del investigador se ha caracterizado por ser bastante artesanal, teniendo que superar grandes dificultades para estructurarlo y sistematizarlo, en definitiva, es un trabajo muy complejo que requiere mucho tiempo y reflexión por parte del investigador.

Apartir de la década de los 90, fueron apareciendo herramientas informáticas como ayuda para facilitar el análisis de datos cualitativos que conforman lo que hoy en día se conoce bajo las

siglas CAQDAS (Computer Assisted Qualitative Data Analysis). Estos programas han soportado una gran resistencia a su uso por parte de los investigadores debido al uso lineal y las restricciones que imponían. Pero hoy en día, muchas de estas barreras han sido superadas y encontramos programas que pueden apoyar a los investigadores en las diferentes fases de la investigación y que pueden ser clasificados en diversas categorías según su uso:

- Los de asistencia a la transcripción: SOUNDSCRIBER, TRANSANA
- Los orientados a la lógica como AQUAD
- Los que permiten análisis de contenido TESTQUES
- Los que ayudan al análisis ATLAS/ti, NUDIST, QDAMiner, NVivo, MaxQDA.

Es importante señalar que la aplicación de estos paquetes se debe asumir con atención, criticidad y reflexión (Farias y Montero, 2005), generando un acercamiento centrado en las necesidades del investigador o del tema.

ATLAS.TI COMO RECURSO PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

El programa ATLAS.ti fue desarrollado en Berlín mediante un proyecto de colaboración entre el departamento de Psicología de la Universidad Libre de Berlín y Thomas Muhr y se sigue perfeccionando en nuestros días. Se usa como medio de almacenamiento, categorización, codificación y estructuración de los datos obtenidos en una investigación a través del diseño de diagramas, mapas y redes. Permite el almacenamiento de los datos en un único lugar (*unidad hermenéutica*) a partir del que se va a hacer el análisis. Posteriormente, se segmentan, se asignan códigos a cada segmento incluyendo comentarios y anotaciones (*memos*) y se forma así una base relacional de datos a partir de los que el programa genera redes semánticas (*networks*) para que finalmente sean interpretados por el investigador.



Los objetos o elementos que constituyen el programa son:

- *Documentos primarios*: documentos de texto, gráficos, sonoros o visuales situados en el disco duro. El programa no los modifica ni los guarda sino que almacena referencias a ellos.
- *Citas*: fragmentos de los documentos primarios seleccionados por su significación en relación con la investigación. Puede ser una cadena de texto, un gráfico, una imagen, ...
- *Códigos*: indicadores de conceptos o expresiones que se van asignando a las citas seleccionadas.
- *Notas (memos)* textos breves con ideas asociadas a algunos de los elementos
- *Familias*: conjunto de objetos que comparten una cualidad, pueden ser familias de códigos, de documentos primarios, etc. Se suelen usar como filtros en la búsqueda de los miembros de algún objeto.
- *Redes*: están compuestas por nodos y relaciones creados a través de un editor específico. Los nodos pueden ser cualquiera de los objetos del programa y las relaciones son los nexos establecidos entre esos nodos.

Todos los objetos llevan datos sobre la fecha y hora de su creación e incluso, si nuestro trabajo es en equipo, se pueden distinguir las aportaciones de los distintos miembros del equipo (Vargas, González y Llinares, 2011).

REFERENTES TEÓRICOS

En este paper se pretende mostrar un ejemplo del proceso de análisis de datos en el caso de una investigación sobre la práctica docente en torno a la función logarítmica.

Uno de los objetivos que justifica el análisis de la práctica del profesor de matemáticas en el ámbito de la educación matemática es

determinar en qué medida lo que el profesor hace en el aula (su discurso matemático) y los problemas y recursos que utiliza facilitan el que los estudiantes doten de significado a las ideas matemáticas (Gavilán et al, 2007a). En este contexto las tareas que potencian las construcciones mentales y los mecanismos cognitivos con los cuales los estudiantes pueden avanzar en sus conocimientos relativos a la función logarítmica, se convierten en un referente para el análisis de una práctica del profesor permite esa construcción.

Al referirnos a la modelación de mecanismos de construcción, es indispensable tener en cuenta dos aspectos, por un lado dicha modelación hace mención desde la perspectiva sociocultural a la práctica del docente y además lleva explícita una postura sobre una forma en que se asume que los estudiantes construyen los conceptos matemáticos en el aula, que está sustentada en la Teoría APOE (Acciones, Procesos, Objetos y Esquemas).

La función logarítmica es un concepto que se incluye en los cursos de precálculo a nivel universitario en Colombia y es tenida en cuenta en la investigación en educación matemática, en donde ha sido estudiada examinando el hecho de que la subtangente de las curvas logarítmicas debe ser constante (Dennis & Confrey, 1997), o en discusiones sobre las limitaciones que tienen los estudiantes para lograr las construcciones mentales del concepto función logarítmica (Weber, 2002), la inversión en la enseñanza respecto a su génesis histórica (Vargas, Pérez, & González, 2011) y existen estudios acerca de los conflictos de los estudiantes concernientes a la notación de dichos conceptos (Kenney, 2005) o de los conocimientos de los profesores, entre otros.

A partir de las consideraciones anteriores se hace una propuesta de análisis de las sesiones de clase de un profesor mientras enseña la



función logarítmica Se elabora y examina la propuesta teniendo presente la noción de modelación de un mecanismo de construcción del concepto. Noción que se desprende, entre otros, de dos componentes del modelo de comprensión APOE: las formas de conocer: acción, proceso, objeto y esquema, y los mecanismos de construcción: interiorización, inversión, coordinación encapsulación y desencapsulación. En la siguiente figura (Arnon, et al., 2014, p. 18) se pueden ver las relaciones entre estos dos componentes lo cual es una ayuda al esbozar las ideas que se presentan.

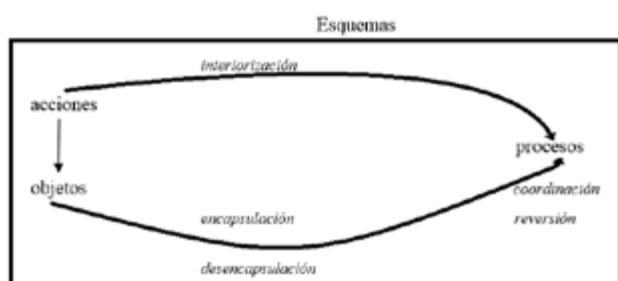


Figura 1. Formas de conocer y mecanismos de construcción en la teoría APOE

La idea inicial es que en el aula se parte de la noción de función exponencial, para presentar a los estudiantes la función logarítmica. Esto ocurre en un contexto de la enseñanza de las funciones; se parte de las funciones lineales y polinómicas, entre ellas las funciones potenciales, para llegar a la función compuesta y la función inversa.

Comienza la construcción de la función logarítmica en las clases, por medio de la llamada desencapsulación en la teoría APOE, transformaciones de objetos en procesos mentales. Estas transformaciones se producen como una reacción a una demanda cognitiva relacionada con la tarea. Se realiza en dos planos, el analítico y el gráfico para los cuáles se consideran algunos casos particulares como bases diez, dos y tres, teniendo en cuenta, además otros esquemas asociados como el de las funciones uno a uno y la inversa de una

función.

En cuanto al mecanismo de inversión, que se da sobre la función exponencial pensada como proceso, hay que tener en cuenta que un hilo conductor de dicho mecanismo mental, se presenta para la función lineal y para la función cuadrática.

En el caso de la función logarítmica; la desencapsulación de la exponencial está acompañado de la desencapsulación entre dos procesos, la estructura la aditiva de la variable independiente y multiplicativa de la dependiente. Lo anterior brinda la oportunidad de examinar la inversión.

Ejemplo de uso en una investigación sobre la práctica profesional del profesor de matemáticas: El caso de la enseñanza de la función logarítmica

Para indagar sobre la forma cómo se propicia la construcción en el aula el concepto de función logarítmica, se han utilizado ciertas herramientas conceptuales e informáticas. En el proceso de construcción en el aula de matemáticas, son los estudiantes quienes desarrollan mecanismos cognitivos de construcción del conocimiento, en continua relación con lo que el profesor "hace y dice" en la lección; con los elementos matemáticos del concepto, los sistemas de representación y su discurso. Es por esto que algunos investigadores plantean que se puede describir y explicar cómo el profesor genera oportunidades de aprendizaje en el aula mediante la noción que denominan "modelación de un mecanismo de construcción de conocimiento" (García, Gavilán, & Llinares, 2012; Vargas, J. 2014). Y, en relación con el segundo aspecto, optamos por utilizar el programa Atlas.TI para llevar a cabo el proceso de análisis de la práctica de los docentes.

Esta investigación que pretende responder a ¿Cómo guía el docente la construcción



de la función logarítmica con estudiantes de precálculo? es un estudio de casos de dos docentes universitarios de precálculo con una experiencia profesional de 15 y 10 años respectivamente¹. Los instrumentos utilizados para la recogida de datos de cada sesión de aula correspondientes a la enseñanza de la función logarítmica fueron: una entrevista inicial sobre la planificación, un audio y videograbación de las sesiones correspondientes a la implementación y una entrevista final, por cada sesión, de contraste entre el investigador y cada docente (Vargas, 2017).

Los videos junto con las grabaciones de voz tanto de las clases como de las entrevistas fueron transcritos en su totalidad e incorporados a una unidad hermenéutica del programa. Es importante señalar que el programa es solamente una ayuda para el investigador, puesto que, en definitiva, tiene que ser él mismo quien debe ingresar tanto los documentos, como los videos, grabaciones de voz y demás datos que requiera para establecer relaciones de acuerdo con los objetivos planteados. La siguiente imagen (figura 2) del documento² muestra una parte de la entrevista posterior a la sesión 7, que ya forma parte de la *Unidad Hermenéutica* de ATLAS.ti:



Figura 2. Extracto de una entrevista.

Después de realizar por un lado las transcripciones y por otro, a nivel más teórico, se usa la herramienta analítica descomposición genética³ de la función logarítmica, se generaron categorías generales relacionadas con las fases de dicha descomposición a las que se les asignaron códigos y una descripción de su significado. Dichos códigos, por lo tanto, se refieren a los mecanismos que modela el docente: interiorización⁴, coordinación⁵, encapsulación⁶, desencapsulación⁷, inversión⁸. A partir de esa codificación se fueron seleccionando los segmentos significativos en relación con las categorías previamente establecidas; las cuales se fueron refinando. Esto permitió observar los mecanismos de construcción que el profesor propicia para que sus estudiantes construyan el conocimiento en cada sesión de clase (Vargas, 2017).

3 Una descomposición genética es un conjunto estructurado de construcciones mentales, las cuales pueden describir cómo el concepto puede ser desarrollado en la mente de un individuo (Asiala et al., 1996).

4 La repetición y la reflexión sobre las acciones permiten caracterizar el mecanismo de interiorización (Dubinsky, 1996) entendido como "traducción de una sucesión de acciones materiales a un sistema de operaciones interiorizadas" (Beth y Piaget 1966, p. 206).

5 Coordinación: A partir de dos o más procesos se construye un nuevo proceso.

6 Encapsulación: Transformación de un proceso en objeto.

7 Desencapsulación de un objeto, que es un regreso al proceso mediante el cual fue encapsulado para construir el objeto. La desencapsulación permite al estudiante utilizar las propiedades inherentes al objeto para realizar nuevas manipulaciones a partir de él.

8 Inversión: Una vez que existe un proceso internamente, es posible para sujeto pensar en él en reversa, no necesariamente en el sentido de deshacerlo, sino como un medio de construir un nuevo proceso que consista de revertir el proceso original.

1 En esta comunicación sólo se va a hacer referencia a uno de los casos, el docente que se ha denominado caso 1.

2 La numeración de los documentos es asignada automáticamente por el programa y puede ser reordenada según lo considere el investigador. En nuestro caso el orden definido por la investigadora fue: primero las 15 sesiones de clase y luego una a una las entrevistas del caso 1 seguidas de las entrevistas correspondientes al caso 2 y finalmente las entrevistas iniciales. Por lo tanto el documento 20 corresponde a la entrevista 5 entrevista realizada al caso 1 sobre una sesión de clase.



En esta comunicación, por razones de extensión, sólo vamos a hacer referencia al mecanismo inversión. Un ejemplo de un segmento de una clase ya codificado se puede ver a continuación:

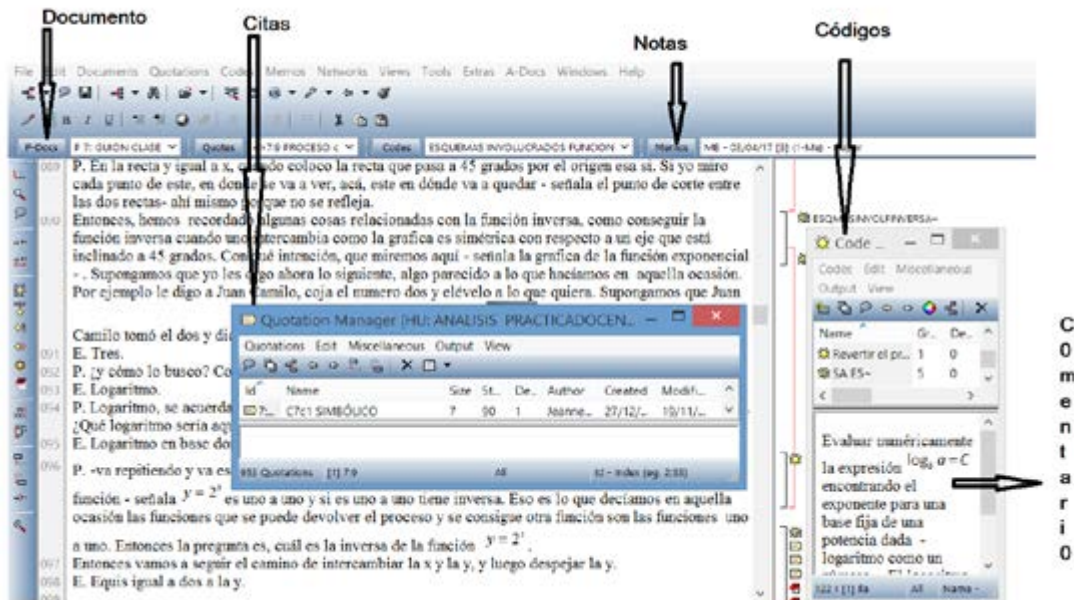


Figura 3. Información de pantalla sobre documentos en Atlas.TI

En esta indagación, la investigadora ha establecido los códigos de acuerdo con los cuales va a clasificar los segmentos de clase con anterioridad al análisis propiamente dicho, pero se puede hacer sobre la marcha a medida que se van revisando los datos obtenidos en la investigación.

El programa también permite incorporar un comentario sobre cada uno de los códigos que, en nuestro caso, corresponde a la interpretación e indicadores de cada mecanismo, por ejemplo, alguno de los códigos que se asignaban fueron los relativos al mecanismo de inversión y el comentario incluido por la investigadora se refiere a la concreción de este mecanismo en relación con la función logarítmica, que incluye: A partir de la codificación, la investigadora interpreta las acciones de los docentes y, guiada por las intenciones que estos últimos han manifestado en las entrevistas, asigna el mecanismo Inversión y luego dentro de cada cita

o segmento el código según corresponda a las acciones marcadas en el segmento. Se procede de forma similar asignando cada uno de los mecanismos que forma parte de la modelación del concepto de función logarítmica a diferentes segmentos. Este proceso se realiza de una forma ágil permitiendo establecer relaciones y vínculos entre los diferentes documentos que constituyen los datos. De esta manera se pueden vincular los segmentos de las clases con las afirmaciones del docente durante las entrevistas.

Para observar estas relaciones y vínculos entre los segmentos de la entrevista y las sesiones de clase se puede utilizar la herramienta *hierarchy*. A continuación se presenta un ejemplo que corresponde a la segunda entrevista realizada al docente. Los encabezados de la forma [22:--] corresponden a la entrevista que fue guardada como documento 22 y los encabezados [7:-



-] indican que se refieren a la sesión de clase número siete. Así [22:2] es el segundo segmento de dicha entrevista aparece relacionado con el octavo segmento de la sesión de clase [7:8] al cual se le asigna el *código* correspondiente al uso del esquema de función inversa y tiene un *memo* anexo que la investigadora escribió el 10 de junio del año 2017.

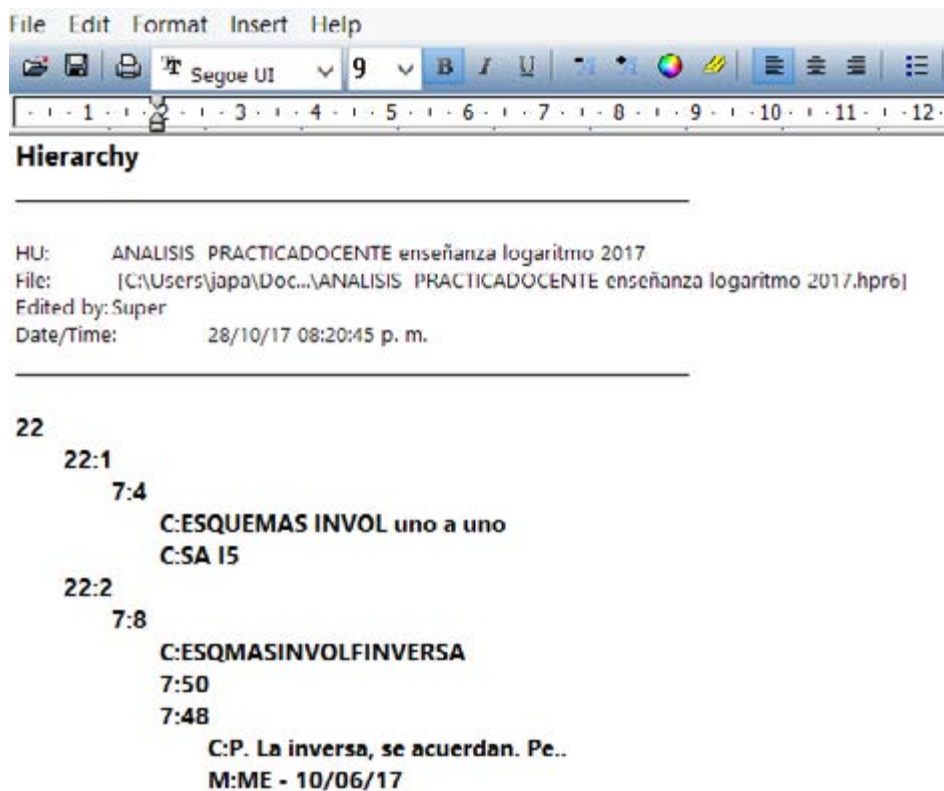


Figura 4. Jerarquía entre vínculos de segmentos de diferentes documentos.

Los *memos* que la investigadora ha asignado a algunos *códigos* pueden corresponder al análisis o a diversos comentarios sobre las razones de la codificación, aclaraciones o elementos que se podrían considerar para profundizar en un análisis con mayor grado de profundidad.

Una vez el investigador procede a codificar las sesiones de clase, identificando segmentos o citas a los que asigna códigos y subcódigos y estableciendo *memos* cuando lo considera necesario, es posible visualizar la información de diferentes maneras: tal como aparece en las

figuras anteriores o mediante un editor especial, una especie de pizarra a la que podemos incorporar cualquiera de los objetos que se han mencionado. Estas redes permiten profundizar en las relaciones entre los datos que se van obteniendo.

En la siguiente imagen (figura 5) aparece una red o esquema que permite mostrar una característica relevante del programa de análisis seguido como es la de establecer relaciones entre diferentes tipos de datos.

Este ejemplo se apoya en la construcción del



concepto de función logaritmo como inversa de la exponencial. De acuerdo con Wieleitner (1932), Euler (1748) fue el primero que vio en la logaritimación una de las dos operaciones inversas de la elevación de potencias, con lo cual se hizo posible aplicar a los logaritmos procedimientos algebraicos:

dato valorem quocunque afirmativo ipsius y, conveniens datibur valor pisius z, ut fit $a^z=y$; iste autem valor ipsius z, quatenud tanquam Functio ipsiys y spectatur, ocari solet LOGARITHMUS ipsius y^9 (Euler, p. 73).

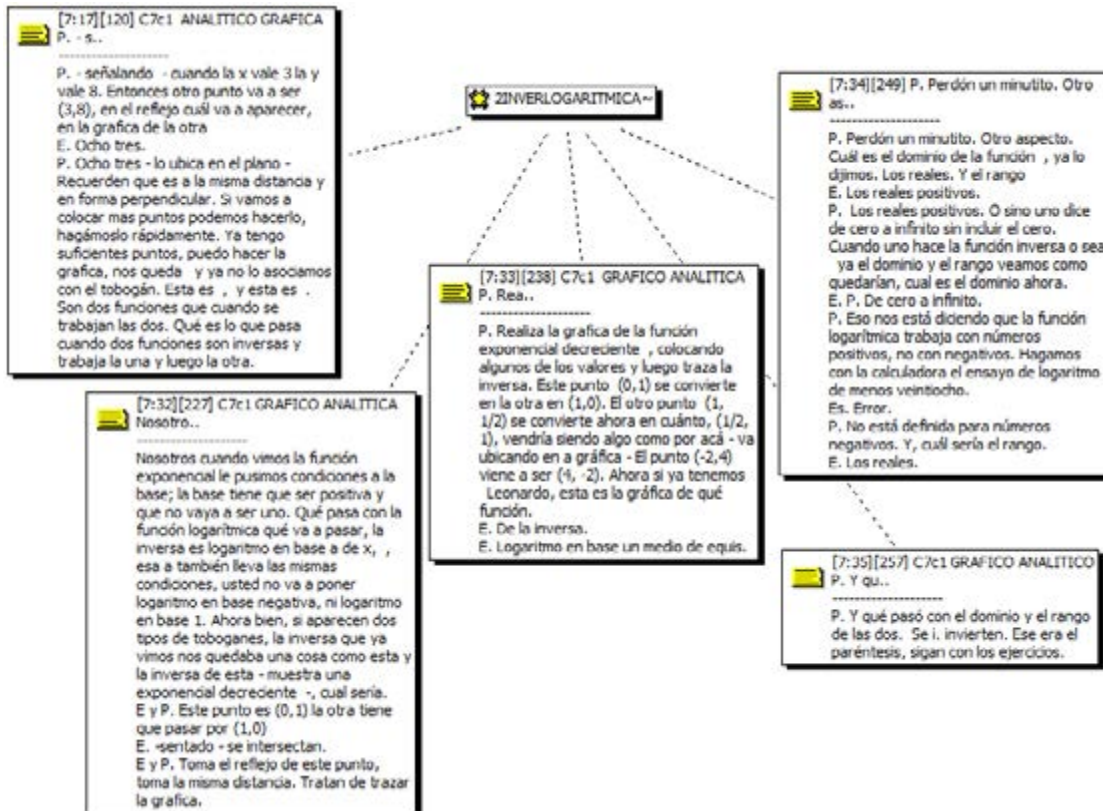


Figura 5. Inversión de la función exponencial como mecanismo de construcción de la logaritmica.

Por otro lado, los resultados de investigaciones en educación matemática advierten que los itinerarios académicos para la enseñanza de estas funciones están ligados inicialmente al conocimiento de la función exponencial y el

estudio posterior¹⁰ de la función logaritmica como su inversa, adquiriendo así la exponencial un papel intermediario (De Faria, 2006; Berezovski, 2004; Kastberg, 2002). El esquema que nos presenta el programa en relación con

9 Dado un valor afirmativo cualquiera de y vendrá dado el valor de z conveniente para que sea $a^z = y$; este valor de z contemplado en cuanto función de y, suele llamarse LOGARITMO de y.

10 Justo al contrario que la génesis histórica, puesto que inicialmente surgieron los logaritmos para el trabajo de cálculos en Astronomía con números grandes, mientras que la función exponencial es bastante más tardía (González y Vargas, 2007).



este mecanismo de inversión de la función exponencial para obtener la logarítmica, es el siguiente:

En este caso (figura 5) se han identificado diferentes segmentos para construir la función logarítmica a partir de la función exponencial, cuando se construye la gráfica de la función logarítmica [7:17], para calcular su corte con el eje y [7:32], estudiar su crecimiento [7:33] o determinar el dominio y el rango [7:34] y [7:35].

Este análisis de primer orden permite, no sólo realizar la triangulación de todos los datos recogidos: video de clase, voz de clase,

entrevistas con el docente, sino también la triangulación del análisis puesto que varios investigadores pueden trabajar sobre la misma *Unidad Hermenéutica* y, segmentar la clase individualmente, asignar códigos y discutir las coincidencias de codificación para validar cada categoría asignada. Dicha segmentación de la clase permite caracterizar la práctica de cada docente ya sea por su presencia frecuente o por su ausencia, por ejemplo, en el caso del docente 1 se ha comprobado que modela el mecanismo de inversión, como se puede ver en la siguiente figura, el cual no aparece dependiente en esos segmentos principalmente de la representación simbólica:

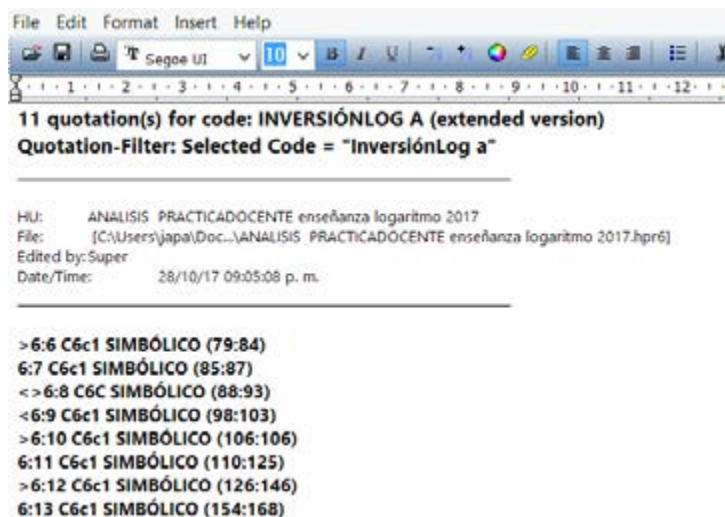


Figura 6. Mecanismo de inversión

Aun cuando este análisis de primer orden ya permite establecer cierta caracterización, es necesario reconstruir el proceso que ha seguido el docente a lo largo de todas las sesiones de clase, por lo tanto, si en el análisis de primer orden se descompuso la clase por mecanismos ahora se va a recomponer en el análisis de segundo orden.

CONCLUSIONES

Con el programa *Atlas.TI* el proceso de análisis de entrevistas, grabaciones de audio y video se logra concretar con las redes conceptuales que

ayudan al investigador en la interpretación de los resultados y avanzar hacia el logro de los objetivos de investigación.

La clasificación de los datos y los nexos que se establecen pueden ser editados con *Atlas.TI* en diferentes formatos; cada uno de ellos favorece o enriquece un aspecto del análisis, así se puede editar bloques por mecanismo y mediante su lectura supervisar la codificación, como también los listados de cada código, lo que permite un mayor control de un basto número de documentos en tiempos reducidos logrando de esta manera economizar tiempo en labores



mecánicas que se puede dedicar para lograr mayor profundidad del análisis de cada caso.

Los investigadores en Educación Matemática han venido actualizando sus dominios metodológicos mediante el uso adecuado de los paquetes tecnológicos. Sin embargo, su empleo no se ha generalizado, lo cual puede incentivarse con la posibilidad de recurrir a paquetes tecnológicos desde el inicio de la formación de investigadores.

El análisis de la práctica permite establecer que en la modelación de los mecanismos de construcción, el profesor recurre a esquemas de la función inversa, la función uno a uno y la composición de funciones; así como a otras funciones conocidas por los alumnos como las funciones lineales o las cuadráticas, para potenciar en los estudiantes la comprensión de la función logarítmica.

En la práctica analizada el mecanismo de inversión del objeto función exponencial ($y = a^x$) está acompañado de la inversión de funciones exponenciales particulares ($y=2^x$, $y=10^x$, $y=e^x$) apoyándose tanto en la representación simbólica como en la representación gráfica.

La identificación del mecanismo de inversión acompañado de tareas que involucran el potenciar la interiorización de acciones, es una característica propia de la modelación que realiza el profesor en la clase, cuando está enseñando la función logarítmica.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnon, I., Cottrill, J., Dubinsky, E., Oktac, A., Roa-Fuentes, S., Trigueros, M. y Weller, K. (2014). *APOS Theory. A framework for research and curriculum development in Mathematics Education*. New York, Heidelberg, Dordrecht, London: Springer.
- Asiala, M. et al. (1996) A framework for Research and Curriculum Development in Undergraduate Mathematics Education. *Research in Collegiate Mathematics Education*, vol. II, num. 3, pp.1-32.
- Berezovski, T. (2004). *An inquiry into high school students' understanding of logarithms*. Thesis. Master of Science. Canada. Simon Frase University.
- Beth, E.W. & J. Piaget (1996) *Mathematical Epistemology and Psychology*. Dordrecht: Reidel,
- Codes, M. (2009). Análisis de la comprensión de los conceptos de serie numérica y su convergencia en estudiantes de primer curso de universidad utilizando un entorno computacional. *Tesis doctoral*. Universidad de Salamanca.
- De Faria, (2006) Ingeniería Didáctica en: *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*. 1(2).
- Dennis, D and Confrey, J. (1997). Drawing Logarithmic Curves with Geometer's Sketchpad: A Method Inspired by Historical Sources, J. King and D. Schattechneider edited, *Geometry Turned on*, MAA, pp. 147- 156.
- Dubinsky, E. (1996) Aplicación de la perspectiva piagetiana a la educación matemática universitaria. *Educación Matemática*, 8(3).
- Euler, L (1748) *Introductio in Analysin infinitorum Lausanne*: Marcum Michaellem Bousquet y socios. (Edición facsimil editada por SAEM: Thales y la Real Sociedad Matemática española).
- Farias, L. y Montero, M. (2005). De la



- transcripción y otros aspectos artesanales de la investigación cualitativa. *Internacional Journal of Qualitative Methods*, 4(1) p. 7.
- García, M., Gavilán, J. M. y Llinares, S. (2012). Perspectiva de la práctica del profesor de matemáticas de secundaria sobre la enseñanza de la derivada. Relaciones entre la práctica y la perspectiva del profesor. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 219-235.
- Gavilán, J. (2005/2010). *El papel del profesor en la enseñanza de la derivada. Análisis desde una perspectiva cognitiva*. Tesis doctoral. Departamento de Didáctica de las Matemáticas. Universidad de Sevilla. Publicada en 2010 por Edición Digital @ tres, S.L.L.
- Gavilán, J., García, M., & Llinares, S. (2007a). Una perspectiva para el análisis de la práctica del profesor de matemáticas. Implicaciones metodológicas, *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 25, pp. 157–170.
- González, M. & Vargas, J. (2007) Segmentos de la historia: la función logarítmica. *Matemática: Enseñanza Universitaria*, 15(2), 129-144
- Kastberg, S. (2002). *Understanding Mathematical Concepts: The case of the Logarithmic Function*. Thesis. Doctor of Philosophy. Athens, Georgia.
- Kenney, R. , 2005-10-20 "Students' Understanding of Logarithmic Function Notation" *Paper presented at the annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Hosted by Virginia Tech University Hotel Roanoke & Conference Center, Roanoke, VA Online* <APPLICATION/PDF>. 2013-12-17 from http://citation.allacademic.com/meta/p24727_index.html
- Vargas, J. (2017). *Análisis de la práctica del docente universitario de precálculo. Estudio de casos en la enseñanza de las funciones exponenciales*. Salamanca (España): Universidad de Salamanca
- Vargas, J. (2014). La perspectiva sociocultural en el análisis de la práctica de los docentes universitarios de precálculo: la función exponencial. *Revista Científica* (20), 45 - 5
- Vargas, J., Castañeda, M. & Novoa, J. (2016). Historia y epistemología de la función logarítmica: conceptualización y marco teórico para la enseñanza del concepto. El caso de la representación de la curva logarítmica. En *Diario de Campo*. Bogotá: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
- Vargas, J., González, M. T. y Llinares, S. (2011). Atlas.ti como herramienta de análisis de la práctica docente: el caso de la función exponencial. En M. M. Moreno y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática. Comunicaciones de los grupos de investigación de la SEIEM. XIV Simposio de la SEIEM* (pp. 187-199). Lleida, España: Edicions de la Universitat de Lleida.
- Vargas, J., Pérez, M. & González, M. T. (2011). El logaritmo: ¿cómo animar un punto que relacione una progresión geométrica y una aritmética? En P. P. (Ed.), *Memorias del 20o. Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones* (págs. 129-138). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Weber, K. (2002). Students' understanding of exponential and logarithmic functions. En D. Mewborn, P. Sztajn, D. White, H. Wiegel, R. Bryant y K. Nooney (Eds.), *Proceedings of the 24th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Columbus, USA: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Wieleitner, H. (1932). *Historia de las Matemáticas*. Barcelona: Editorial Labor.