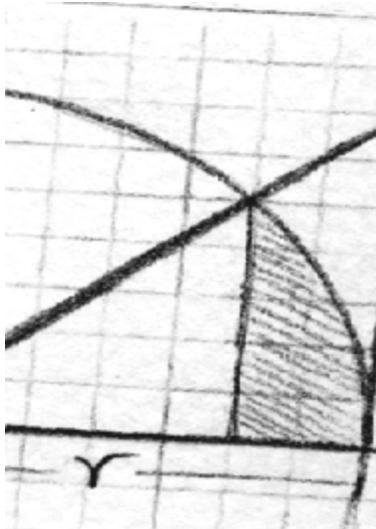


Caracterización

de las metodologías utilizadas en la enseñanza
del cálculo en la Universidad EAFIT

**Carlos Mario Henao Galeano**

Psicólogo del Departamento de Desarrollo Estudiantil de la Universidad EAFIT.
chenao@eafit.edu.co

Jeannette Lerner Matiz

Psicoanalista. Jefa del Departamento de Desarrollo Estudiantil
de la Universidad EAFIT.
jlerner@eafit.edu.co

Lina Marcela Gil Congote

Psicóloga del Departamento de Desarrollo Estudiantil de la Universidad EAFIT.
lmgil@eafit.edu.co

Pedro Vicente Esteban Duarte

Doctor en ciencias matemáticas. Docente y Coordinador de Cálculo Diferencial
del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad EAFIT.
pesteban@eafit.edu.co

Recepción: 11 de marzo de 2003 | Aceptación: 30 de abril de 2003

Resumen

Este artículo toma como referencia la investigación que se llevó a cabo en el Departamento de Desarrollo Estudiantil*, con el propósito de formalizar y socializar el trabajo realizado con los docentes del Departamento de Ciencias Básicas sobre las metodologías utilizadas en la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral, al interior de la Universidad EAFIT. El deseo de formalizar dichas metodologías, da continuidad al macroproyecto de investigación que se realiza en el Departamento desde 1996, que busca interrogarse por las diferentes dificultades y obstáculos que se presentan en todo proceso de enseñanza-aprendizaje. Este texto hará énfasis en los elementos fundamentales de la recopilación, análisis y resultados del trabajo de campo durante la investigación.

* La investigación contó con la asesoría permanente del Doctor Carlos Arturo Ramírez Gómez, Matemático y Psicoanalista, M.Sc. (educación), profesor titular del Departamento de Psicología de la Universidad de Antioquia y con un par externo - consultor, el Doctor Carlos Eduardo Vasco U. M.Sc. (Física), Ph.D (Matemáticas).

Palabras Claves

Metodología
Método analítico
Cálculo
Orientación
Etnografía de segundo orden
Proceso gradual

Characterization of the methodologies used to teach calculus in EAFIT University

Abstract

The reference for this article, is the research done by the Student Development Department**, with the purpose of shaping and socializing the work done with the professors of the Basic Sciences Department about the methodologies used in the teaching of Differential and Integral Calculus, inside Eafit University. The desire to shape such methodologies, gives continuity to the research macro-project that is carried out in the Department since 1996, that tries to question its self about the different difficulties and obstacles that come up in any teaching-learning process. This text will emphasize in the fundamental elements of gathering, analysis, and results of field work during the research.

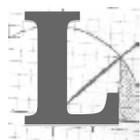
Key Words

Methodology
Orientation
Analytic Methodology
Calculus
Etnography
Gradual process

La transmisión necesita, evidentemente, de la competencia, pero también requiere, además, una técnica, un arte. Necesita lo que no está indicado en ningún manual, pero que Platón ya había señalado como condición indispensable de toda enseñanza: el eros, que es al mismo tiempo deseo, placer y amor, deseo y placer de transmitir, amor por el conocimiento y amor por los alumnos. El eros permite dominar el gozo ligado al poder, en beneficio del gozo ligado al don.

Edgar Morin

Introducción



a calidad de un programa académico depende, en gran medida, de sus docentes y de los métodos emprendidos en la enseñanza, pero también de los compromisos de los estudiantes frente a su formación. La responsabilidad es compartida, más bajo el propósito de construir modelos de enseñanza “centrados en el estudiante”, ya que esto requiere

dirigir esfuerzos y alternativas que permitan movilizar los lugares que tradicionalmente han ocupado uno y otro. En la formación académica emergen dificultades que obstaculizan la comprensión en diferentes áreas del conocimiento, causadas por variables que convergen y afectan a los protagonistas comprometidos en la labor pedagógica; entre otras, por los modelos vinculares que se establecen.

Para comprender la lógica de la relación docente-alumno y, en este mismo sentido, la relación enseñanza-aprendizaje, la investigación toma como referente principal las metodologías implementadas por los docentes de ciencias básicas de la Universidad EAFIT para la enseñanza del cálculo. Para ello, la investigación se centra en la caracterización de las metodologías utilizadas, a partir de las siguientes preguntas: ¿Qué procesos emprende el docente para transmitir su saber? ¿Qué dice del lugar que ocupa a la hora de enseñar? ¿Qué reflexiones hace sobre su metodología?

En el ámbito nacional se han hecho propuestas para lograr una mejor formación de docentes a nivel de la educación superior. En el año 2001, el ICFES en su programa “Cátedra ICFES Agustín Nieto Caballero”¹ (ICFES, 2001) invitó a docentes universitarios de ciencias para reflexionar sobre las acciones

**The research was permanently assessed by Dr. Carlos Arturo Ramírez, Mathematic and Psycho-analyst, M. Sc. (education), professor of the Psychology Department of Universidad de Antioquia and a pair of outside counselors, Dr. Carlos Eduardo Vasco U. M.Sc. (physics), Ph. D. (Mathematics).

1 ICFES, Portafolio de proyectos 2001, Bogotá, 2001.

que se deben emprender para fomentar una mejor práctica pedagógica en las instituciones universitarias. El macroproyecto del ICFES detalla las ideas relevantes acerca de la urgente necesidad que tiene el país de mejorar la práctica docente universitaria.

En la Universidad EAFIT, en el año 2000, se realizaron diversos conversatorios con los docentes de cálculo acerca de la pedagogía y didáctica de esta disciplina,² lo cual se constituye en un testimonio del propósito que tiene la universidad de continuar reflexionando profundamente sobre futuras propuestas de formación continua que conduzcan a fortalecer estas dos componentes: la pedagogía y la didáctica del cálculo. En este sentido EAFIT firmó un convenio con la Universidad de Antioquia para desarrollar conjuntamente una cohorte de la Maestría en Educación³ con énfasis en docencia de las matemáticas.

Este trabajo de investigación, en el cual los docentes fueron investigadores de su propia práctica, comprometiéndose en una reflexión interdisciplinaria –Departamento de Ciencias Básicas y Departamento de Desarrollo Estudiantil– sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje del cálculo, se constituye en otra alternativa que a partir de la experiencia dio lugar a algunas propuestas de trabajo que son posibles de implementar para el mejoramiento de dicha práctica.

Por todas estas razones la Dirección de Desarrollo Humano de la Universidad EAFIT, apoya estos procesos investigativos, particularmente desde el Departamento de Desarrollo Estudiantil, procurando que la experiencia en el trabajo co-curricular contribuya a la reflexión sobre los procesos académicos, invitando a la comunidad a recrear permanentemente una cultura reflexiva, responsable de los procesos pedagógicos y del cumplimiento de la misión de formación integral de sus individuos.

2 Los comentarios expresados tanto por los docentes como por las directivas se encuentran consignados en el memorando, 021-120130, octubre de 2000.

3 Programa académico de la Universidad de Antioquia. El convenio tiene vigencia desde el año 2000.

1. Algunos referentes conceptuales

A lo largo de la investigación se han utilizado algunos conceptos que es necesario aclarar desde el comienzo, no sólo para orientar al lector, sino también para explicitar la posición de los investigadores respecto al marco conceptual que orienta el macroproyecto mencionado, en el cual la presente investigación es de suma importancia para fortalecer el diálogo con la academia y continuar las reflexiones en torno a la enseñanza y el aprendizaje.

Para comenzar, es importante definir un concepto que atraviesa toda la investigación y aparece desde el título mismo como eje del trabajo. Se trata del concepto de *método*, del cual se desprenden los de *metodología* y *técnica*.

Desde la etimología **método** está compuesto de *meta* «forma prefija del griego *metá*, que, con la significación de *junto a, después, entre o con*, entra en la formación de compuestos castellanos»,⁴ y *odos* que significa vía. En un sentido general significa «camino hacia algo»,⁵ lo cual sugiere, desde la definición misma, el carácter múltiple y diverso tanto en las vías como en los objetos o en las metas posibles.

El camino que privilegia esta investigación, conforme a sus objetivos y a las posibilidades halladas en el proceso, es el **método analítico**, referente de aquellas disciplinas que se ocupan de objetos fundamentalmente simbólicos; entre otras, las matemáticas, la lingüística y la psicología.

Si bien existen diversas maneras de entender lo analítico en cada una de las disciplinas que lo utilizan, no entraremos en distinciones que sobrepasan el alcance del presente artículo. Diremos que una de las vertientes del método analítico consiste en el análisis del discurso, que permite “la descomposición en partes de los elementos de un discurso para **rearticularlo y resignificarlo**. Esta crítica debe realizarse tanto en un sentido *diacrónico* (que estudie la historia, la génesis y las sucesiones discursivas) como

4 Diccionario enciclopédico Salvat, Vol. IX, Barcelona, 1972.

5 Rosental–Iudin. Diccionario filosófico. Los comuneros, Bogotá, 1979.

sincrónico (que tenga en cuenta el momento y la situación: el contexto actual, y busque las relaciones y conexiones con otros discursos)". (RAMÍREZ, 2000, Ens. 44).

En este sentido, el *método sintético* es complementario del analítico, pues no se trata simplemente de descomponer y dejar las partes dispersas o fragmentadas: es necesario rearticularlo en nuevas combinaciones, o en las mismas, después de haberlas analizado. Lo analítico se entiende entonces, en el contexto de esta investigación, como un modo de proceder privilegiado para acceder a la lógica de un discurso y a la vez dialectizarlo con otros.

Durante todo el trabajo de campo se implementaron técnicas y espacios diversos donde lo esencial es el análisis del discurso, razón por la cual la investigación podría considerarse de **orientación analítica**. ¿Qué significa orientación analítica? Según el diccionario del español moderno, orientación significa acción de orientar, y este término a su vez, según la misma referencia, significa encaminar a un fin determinado, designar el mapa o el camino para algo.⁶

En este sentido, se pretende, en concordancia con la investigación participativa, disponer de diversas modalidades de análisis para obtener información y, a la vez, posibilitar la transmisión de una actitud investigativa por parte del investigador al sujeto-objeto de la misma, mostrándole posibles caminos para que se investigue a sí mismo, para que explore su interioridad y su exterioridad, identifique elementos importantes en su propio discurso, teniendo en cuenta los aspectos comunes y las diferencias con otros discursos.

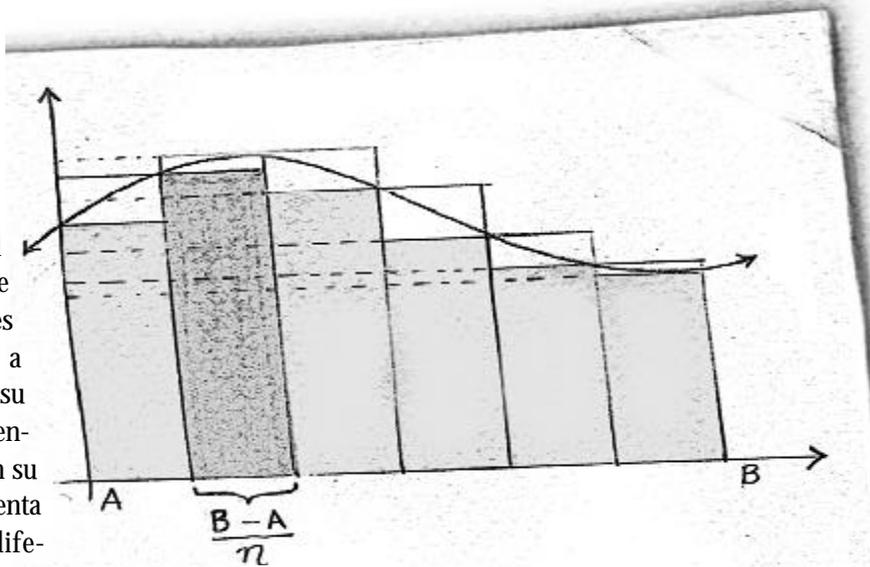
Cuando se habla de análisis de discursos necesariamente se hace referencia a sujetos, palabras, conocimientos, sentimientos y concepciones encarnadas,

6 ALONSO, Martín. *Diccionario del español moderno*. Aguilar, Madrid, 1975.

como tales susceptibles de transformación en la experiencia. Esta capacidad de transformación va más allá de cualquier instrucción o adquisición de conocimientos, pues involucra un proceso donde participan la teoría y la práctica, en cuya contrastación permanente se producen efectos que tocan la propia vida.⁷

La concepción de método que queremos plantear no hace referencia, por tanto, a una suma de pasos o técnicas que conducen a un fin determinado, como suele definirse desde una concepción positivista, que a manera de *algoritmo* describe una secuencia ordenada de pasos que el investigador debe cumplir sistemáticamente. En este sentido nos advierte Edgar Morin (1984:347): «tenemos la mala costumbre de pedirle al método una receta. Ahora bien, sólo las pequeñas metodologías dan recetas. Un método es un viático para pensar solo, para correr los riesgos inevitables de todo pensamiento.»

Cuando hablamos del análisis de un discurso, es importante resaltar que la creación de los espacios de reflexión apuntaban a la caracterización de las metodologías que utilizan los docentes de EAFIT



7 Este planteamiento se amplía en el capítulo final de la investigación (numeral 4.2) donde se exponen los diferentes procesos que hacen parte del método analítico, hasta convertirse en una actitud, en un modo de proceder propio, susceptible de aplicarse en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. Así mismo, se retoman en el numeral 4.3 algunas de sus características como propuesta pedagógica.

para la enseñanza del cálculo, mediante espacios de conversación y análisis permanente, delimitado a la exploración y construcción de elementos propios de toda metodología. Allí no sólo se obtuvo información, también intervenciones y propuestas sobre el contexto realizadas por el sujeto-objeto de la investigación.

2. Memoria metodológica. Investigación de segundo orden

El enfoque general de la investigación es social cualitativo, cuya «preocupación epistemológica» es, según Vélez y Galeano (2002:39):

Construir conocimiento sobre la realidad social y cultural de los sujetos que la viven y la producen, apelando a su punto de vista (...) lo cual plantea la necesidad de asumir una postura metodológica de carácter dialógico que posibilite encontrar en las mentalidades, creencias, experiencias, mitos, prejuicios y sentimientos, entre otros, elementos de análisis, útiles para develar el sentido, la lógica y la dinámica interna de la acción social.

Los enfoques reduccionistas y unicausales –cognitivistas, ambientalistas, entre otros– están siendo cada vez más cuestionados, para acceder a nuevas lógicas que dan lugar a las contradicciones, las paradojas, la multiplicidad de sentidos, para no reducir al sujeto a la condición de objeto, sin voz ni deseo.

Los nuevos modelos de investigación, inscritos en paradigmas de complejidad, proponen cambiar el lugar de «informante» que suele ocupar el sujeto-objeto en la llamada investigación de «primer orden», donde se extraen conclusiones y se implementan correctivos desde la perspectiva del investigador. Los nuevos modelos no sólo buscan obtener información del mundo social del sujeto investigado, sino también que dicha información sea objeto de análisis de los participantes y les dé la posibilidad de crear estrategias frente a los aspectos hallados en el contexto que generen inquietud o problema. El objeto de estudio se transforma así en un sujeto –individual y grupal– con grandes posibilidades de autorreflexión, sin limitarse a la descripción del objeto.

La metodología utilizada, en consonancia con lo planteado hasta ahora, es de **segundo orden**, ya que abrió la posibilidad de lograr simultáneamente dos objetivos: describir diferentes metodologías, y a la vez generar procesos de reflexión con posibles efectos de transformación en los docentes, gracias a la construcción de espacios de debate y análisis permanente, tanto individuales (entrevistas, encuestas) como grupales (talleres, grupos de discusión), donde era posible aprender de ellos mismos y de otros. El investigador es un continuo aprendiz, cuya labor es aprender a escuchar, a preguntar y a captar situaciones y discursos implícitos.

La co-construcción entre docentes, estudiantes e investigadores, es una de las mayores fortalezas de la investigación, ya que mediante la aplicación y transmisión del método analítico, basado en la escucha y el análisis, se vivió una constante dialéctica entre la teoría y la práctica de los sujetos partícipes en el proceso. Aprender a escucharse, a observarse y nutrirse del otro, es una actitud del investigador, la cual se ha de transmitir. La finalidad principal de este ejercicio, cumple, como se ha dicho, una doble función: obtener algunos conocimientos sobre el asunto en cuestión; pero además, se espera que el sujeto-objeto de la investigación (docentes - alumnos de cálculo) adquiera un saber propio durante todo el proceso.

Es importante destacar que este tipo de investigaciones parten de un diseño abierto y *emergente*, es decir, que se modifica según las condiciones, los propósitos y los hallazgos que se van adquiriendo en el proceso. En este sentido, el lugar de la teoría no es preponderante, sino que toma sentido en las interacciones con los sujetos, como lo plantea Clifford Geertz (1973:38): «La función de la teoría es suministrar un vocabulario en el cual pueda expresarse lo que la acción simbólica tiene que expresar sobre sí misma, es decir, sobre el papel de la cultura en la vida humana». El investigador debe estar atento a las producciones discursivas de los sujetos, no tanto para llegar a elevadas abstracciones, sino más bien para proponer distinciones sutiles; como lo plantea el mismo autor, «en el sentido de intentar explicar explicaciones, de re-crear lo que los sujetos a su vez re-crean de su propia realidad (...)

ayudarnos a lograr un acceso al mundo conceptual en el cual viven nuestros sujetos, de suerte que podamos, en el sentido amplio del término, conversar con ellos» (1973:35).

En síntesis, promover espacios de discusión entre los docentes de cálculo de la Universidad EAFIT, permite que los sujetos de la investigación se transformen en la experiencia y articulen sus preguntas o sus problemáticas a posibles alternativas de solución. Todo ello, desde una perspectiva de *docta ignorancia*⁸, ya que el investigador no pretende devolverle al otro una descripción que le es ajena, ni transmitirle el conocimiento teórico de su contexto.

Dado el carácter de la investigación, su conceptualización privilegió aspectos metodológicos relacionados con la investigación social de segundo orden, la teoría y el trabajo con grupos –haciendo énfasis en el enfoque analítico-, así como en algunos aspectos matemáticos, que aportan en el análisis del trabajo de campo, cuyo eje es el modo o manera de transmitir los conocimientos, indagando el discurso que ha construido el docente sobre su hacer y de qué forma se incorpora una actitud matemática, tanto en profesores como en estudiantes.

Respecto a la población con la cual se trabajó, es importante aclarar que no se basó en una muestra aleatoria ni en la representatividad estadística de los «informantes», sino en su disponibilidad, pertinencia y aporte a la comprensión que puedan brindar, como suele privilegiarse en investigaciones de este tipo.

3. Proceso de caracterización

El objetivo de la investigación fue explorar, describir y analizar diferentes técnicas utilizadas por los docentes de cálculo, teniendo presente que *toda técnica*

es una actualización de un método, en tanto muestra diversas formas o estrategias de aplicación de una actitud en un contexto específico. En este sentido se diferencia de investigaciones que suelen privilegiar una perspectiva teórica, dejando en un segundo plano el aspecto metodológico, o de investigaciones que recurren a constructos teóricos que pretenden homogenizar la enseñanza o que sugieren una manera ideal de enseñar.

El proceso de *sistematización*, que implica propiamente la caracterización y clasificación de datos, se complejiza a medida que se cuenta con más información, cuyo análisis se inicia con una posible clasificación de técnicas por categorías, con sus alcances y límites; primero de manera horizontal (dentro de cada relato) y luego vertical (comparando los relatos y la información de las diferentes metodologías), para extraer poco a poco constantes e invariantes que permitan hacer propiamente la caracterización.

La visualización de categorías implica comparar y relacionar la información obtenida, con el fin de dar sentido a los datos por medio de referentes argumentados y coherentes, teniendo en cuenta que el proceso parte de categorías preliminares que orientan el análisis, hasta que el concepto va adquiriendo forma. Es por eso que «las categorías se entienden como ordenadores epistemológicos, campos de agrupación temática, supuestos implícitos en el problema y recursos analíticos». Así mismo: «son unidades significativas, construidas intencionalmente por el investigador de acuerdo a los objetivos de su trabajo, que dan sentido a los datos y permiten reducirlos, manejarlos, compararlos y relacionarlos». (Galeano, 2002:12-25).

Para el caso de la investigación, las categorías se basaron en agrupaciones temáticas según el material hallado en el trabajo de campo, partiendo de un amplio número de ítems que poco a poco tomaban sentido en un número menor, donde se reunían elementos comunes apoyados en los propios modos de decir de los docentes. Cada técnica –o grupo de técnicas– contiene su respectiva descripción, posibles propósitos y efectos positivos, sus dificultades, comentarios de los estudiantes en las técnicas en que se encontraron aportes significativos, así como apreciaciones o aportes de los investigadores que, más

8 En la base del método mayéutico propuesto por Sócrates existe una dialéctica de los discursos, pues el objetivo principal de su ejercicio consiste en que los discursos se encuentren, puedan permearse, influirse, transformándose mutuamente. El “solo sé que nada sé” sitúa a un investigador en un lugar de “docta ignorancia” —sabia ignorancia— (De Cusa, 1973) que conlleva una actitud de respeto y crítica frente al saber y una búsqueda constante de nuevos caminos.

allá de una mera descripción, proponen un análisis detallado, sin pretender realizar en ningún momento una evaluación ni mucho menos una calificación de las metodologías encontradas. Para cumplir este objetivo es primordial estar atentos a qué y cómo decir, de manera que no se rompa el proceso de comunicación, tanto con docentes como con estudiantes.

Podría plantearse, en síntesis, que el proceso investigativo siguió tres fases fundamentales: estudio exploratorio, estudio descriptivo y estudio detallado.

Estudio exploratorio: En esta fase se entró en contacto con la población que sirve como referente de análisis (docentes, algunas directivas, alumnos de los cursos de cálculo diferencial, integral y de la cátedra de Metodología del aprendizaje). El objetivo de esta fase era obtener un conocimiento general del contexto y aproximarse a las características aparentes de los actores.

Estudio descriptivo: En esta etapa se trabajó sobre el cuerpo de los datos obtenidos en la exploración, y a partir del encuentro con el medio y sus actores, se continuó la construcción de un saber mediante conjeturas y posibles categorías. Fue fundamental, más que en la fase anterior, la participación del sujeto-objeto de la investigación.

Estudio detallado: Después de obtener información general de la población con sus diversas particularidades, se vio la necesidad de entrar en detalle sobre ciertas técnicas que ameritaban un mayor trabajo, recurriendo de nuevo a los docentes o a elaboraciones teóricas sobre el tema. Este proceso partió de un estudio general a un estudio cada vez más específico mediante la construcción de unidades de análisis; a medida que se avanzaba, la participación de la comunidad fue mayor, incluso llegando hasta convertirse en un investigador más (sujeto secundario de la investigación) con el investigador principal del proceso (sujeto primario de la investigación).

Cabe anotar que lo descrito hasta ahora como caracterización, es en sí mismo el proceso de análisis de toda la información obtenida en el trabajo de campo, mediante técnicas de *recolección* como encuestas, relatos de formación docente, talleres analíticos y grupos de discusión, y técnicas de *registro*

como actas o relatorías, videos, casetes, fichas de contenido, diario de campo y apuntes de los investigadores.

En una perspectiva de segundo orden, no se trata de recoger la voz de la mayoría o de la minoría, sino de comprender desde dónde habla cada quien, en medio de la diversidad de significaciones que surgen en todo encuentro con los otros. De la misma manera, las interpretaciones que puedan hacer los investigadores, se entienden como «un proceso de análisis mediante el cual el investigador reconstruye uno de los sentidos posibles de la narración personal de un caso único o de un sujeto, y que, por definición, puede presentar descripciones alternativas». (Galeano, 2002:37).

4. Acercamiento a los docentes

En las actividades realizadas se evidenció la disposición de los docentes al trabajo grupal y la utilidad que puede reportar el debate en torno a las diferentes metodologías; por ejemplo, en lo concerniente a elementos novedosos que ellos mismos pudieron encontrar y valorar de su experiencia y la de sus colegas; es por eso que los docentes se transformaron en investigadores y no en objeto de evaluación de su ejercicio. Se logró que muchos de ellos sintieran que no se les estaba solicitando información para cumplir con un esquema de investigación, sino que se brindaban oportunidades mediante la conversación y el análisis de experiencias.

Es por eso que una forma de acercamiento a los docentes fue enfatizar desde el comienzo que se pretendía analizar la práctica docente, mas no propiamente los conocimientos matemáticos, pues se privilegiaba la posibilidad de auto-observación de sus prácticas, además de abordar la pregunta por las reiteradas dificultades que se presentan para que el estudiante acceda a la comprensión del cálculo.

5. Importancia de la historia de formación del docente en la metodología que utiliza en el aula de clase

Una modalidad básica del trabajo de campo son los testimonios de los docentes de cálculo diferencial e

integral, obtenidos por medio de entrevistas a manera de relatos de formación matemática. La muestra se conformó a partir del apoyo de algunos docentes para participar en entrevistas sucesivas, que permitieran indagar aspectos históricos y así establecer una relación entre la forma de aprender y la de enseñar, tanto a lo largo de su vida como en la actualidad.

Esta modalidad de trabajo ofrece muchas posibilidades, ya que si ahora alguien es docente de matemáticas es porque tuvo previamente éxito en su aprendizaje y comprensión y, por tanto resulta valioso saber cómo ha sido su experiencia, sin pretender juzgar en ningún momento los testimonios. Permite saber, además, si aplican lo que aprendieron, o lo han cuestionado, teniendo presente cómo han construido su forma de enseñar y las razones o propósitos que sustentan las diferentes técnicas aplicadas.

La estructura común de las entrevistas realizadas a los docentes, contiene aspectos históricos y metodológicos que influyeron en su formación, así como lo referente a su metodología actual. Con todos los relatos se construyó un archivo donde aparece, en principio, la identidad del docente o del estudiante -únicamente para los investigadores- hasta convertirse en un relato anónimo donde se recogen categorías generales sobre las metodologías que conducen a la caracterización propiamente dicha.

Es importante destacar que la validez de la información así obtenida, comprende lo que en investigación social se denomina *devolución*, es decir, la contrastación del relato escrito con los propios docentes que participaron en el trabajo de campo, con el fin de detectar incongruencias entre lo que se dice y lo que se escucha, y a su vez corregir imprecisiones o ampliar aspectos metodológicos que surgieran después de las entrevistas o los talleres. Además de la devolución individual de los relatos de formación, se programaron encuentros con los docentes para dar a conocer la estructura del análisis del trabajo de campo, a partir de la exposición del listado de técnicas y del análisis detallado de cada una de ellas, abriendo la posibilidad de conocer y discutir la totalidad del texto posteriormente con los investigadores.

6. Análisis de las técnicas utilizadas por los docentes de cálculo diferencial e integral

Como se mencionó anteriormente, el trabajo de campo realizado por los investigadores, con la participación activa de los docentes de cálculo, se constituyó en un conjunto de técnicas para la enseñanza de este saber. El análisis de las técnicas utilizadas por los docentes es una recopilación de las formas como ellos entienden y ponen en práctica su hacer, siempre con la mejor disposición para que sus estudiantes comprendan los conceptos matemáticos básicos y puedan relacionarlos con los de su campo de profesionalización.

La colaboración decidida por parte de los docentes en la construcción de todo el trabajo de campo se manifiesta en la gran cantidad de técnicas por ellos expuestas, por la forma como una misma técnica se aplica de maneras diferentes y con finalidades distintas en el aula de clase. Es importante resaltar que las técnicas expuestas son utilizadas por el grupo de docentes que imparten la asignatura de cálculo para su *enseñanza*, y pueden ser extendidas a otros tópicos de la matemática o incluso a otras áreas del conocimiento.

En algunas técnicas de enseñanza se recogen ideas e inquietudes expuestas por grupos de estudiantes con los que se sostuvieron charlas sobre la enseñanza del cálculo, que no tenían el espíritu de confrontación con lo que sus docentes expusieron al respecto, sino, más bien, analizar cómo ellos percibían las técnicas de enseñanza de sus docentes y cómo las asimilaban en su propio aprendizaje, al igual que captar las conveniencias e inconveniencias de éstas. También se les solicitó dar respuesta, con la misma finalidad, a algunas encuestas en las que se les garantizaba el anonimato.

Un punto nodular en todo este trabajo de caracterización, fue distinguir las técnicas para la *enseñanza* de las técnicas y métodos propios de las matemáticas. Por ejemplo: *la inducción matemática* es una técnica de demostración que permite hacer inferencias, mientras *la inducción empírica* le permite a los profesores

mostrarle a los estudiantes técnicas de solución de problemas paso a paso, o formulación de conjeturas que podrán ser ciertas o no, pero que en el proceso de aprendizaje son formativas. Esta distinción es fundamental en la lectura y análisis de las técnicas.

Algunas de las técnicas descritas tienen un sentido general (por ejemplo, *impulsar la conceptualización*) y enmarcan otras técnicas (por ejemplo, *la demostración*) que son una forma particular de aplicación de la técnica general. En el proceso de caracterización, cada técnica se presenta con los siguientes ítems:

- **Descripción:** se hace una presentación general de lo que se entiende en este contexto por la técnica estudiada.
- **Propósitos y efectos positivos:** describe los objetivos que tienen los docentes al implementarlas

en el aula de clase y los beneficios que obtienen de su aplicación.

- **Dificultades:** dónde se presentan inconvenientes en su aplicación, o el por qué no se aplica la técnica en el aula de clase.
- **Comentarios de los estudiantes:** se plasman los comentarios que los estudiantes hicieron sobre una(s) técnica(s) particular(es).
- **Comentarios y sugerencias de los investigadores:** producto del análisis de los investigadores a lo largo del proceso, apoyado en diversas conversaciones durante el trabajo de campo (Taller analítico⁹, Decanatura de la Escuela de Ciencias y Humanidades, par externo, directivos de la universidad) y que tienen el sentido de comentarios positivos como aporte a la reflexión.



Conclusiones

En el desarrollo de las diferentes actividades de socialización realizadas a lo largo del proceso investigativo se cumplió una doble función: en primera instancia, la recolección de información importante para analizar, procesar y posteriormente dar a conocer los resultados; y en forma paralela, la construcción de un espacio para la reflexión y el análisis de las posibles dificultades y fortalezas de los procesos de enseñanza - aprendizaje.

En los talleres se produjeron interesantes debates que hacen parte del material testimonial sobre las metodologías utilizadas para enseñar, pero a la vez se establecieron preguntas que invitan, precisamente, a abrir nuevos espacios para continuar pensando en las concepciones de los docentes sobre el cálculo, sus estrategias pedagógicas y la forma de transmitirlos a sus estudiantes.

Entre estos interrogantes e ideas surgía, por ejemplo, la *contextualización* como un elemento fundante de la comprensión, pero este planteamiento se complejiza cuando se limita al ámbito del 'saber útil' o incluso mecánico, pero imposible de representar y formalizar. Las reflexiones sobre el trabajo de campo con los docentes apuntaban a que «la primera noción de un concepto es intuitiva», es decir, que la experiencia es un eslabón necesario para alcanzar el ámbito de la abstracción. De igual manera, se decía que la memorización es necesaria en todo proceso de aprendizaje, pero no tiene ningún efecto de transformación en el sujeto, si no está relacionada con la experiencia. Razones todas para llegar a afirmar que «mientras (yo) no pueda formalizar, no sé, no comprendí.»

⁹ El taller analítico estuvo orientado por el asesor de la investigación y su objetivo fue analizar las diferentes estrategias de trabajo, el diseño de dispositivos con los docentes, la dinámica del grupo de investigadores y, en general, las posibilidades y dificultades que aparecían en el proceso. Cabe anotar que este dispositivo tuvo como elemento nodular la aplicación y transmisión del mismo método analítico que orientó la investigación y los talleres con docentes, que como ya se mencionó era uno de los objetivos en dichos espacios.

Otro elemento importante tiene que ver con la experiencia vital de los docentes, ya que ésta incide en el aula de clase. Al abordar este tema, de inmediato emergen nuevas preguntas, además de las ya formuladas: ¿cómo ir a clase a enseñar y no a mostrar que se sabe? ¿hay un solo modo de enseñar y un solo modo de aprender? ¿cómo dar espacio a las preguntas, a la imaginación y a la creatividad? ¿por qué no les enseñamos a los muchachos cómo estudiar? Preguntas que van de lo simple a lo complejo en la dialéctica establecida entre docentes e investigadores, conformándose así un espacio de compromiso con la reflexión académica y con la búsqueda de mejores herramientas para cumplir la labor de manera idónea. Y podríamos nombrar muchas inquietudes que para algunos todavía son motivo de reflexión: ¿el método matemático es una forma, un estilo, un juego, un lenguaje? ¿cuál es el método matemático? ¿hay un solo lenguaje matemático? ¿será posible transmitir algo del método matemático de tal manera que aunque se olvide el contenido permanezca el estilo?; ¿acaso el método de las matemáticas es la axiomatización, la teoría y la demostración, o la necesidad de resolver problemas?, y si es así, ¿el álgebra elemental y el cálculo son herramientas para potenciar el aprendizaje de las matemáticas?

Abordar estas inquietudes en forma rigurosa coincide con el perfil que tenemos de los profesores de matemáticas; y se deben capitalizar para pensar en la pedagogía y sistemas de evaluación. Por ejemplo, ¿cómo se preparan el curso, las evaluaciones continuas, ligándolas con los criterios de lo que pasa en el lugar de trabajo, en la materia y en un grupo específico de estudiantes?; ¿cómo propiciar que el estudiante, después de un curso de cálculo adquiriera rigurosidad para escribir, ser cuidadoso y ordenado, que discrimine entre un concepto y otro, entre una operación y otra?

Podemos retomar a continuación algunas fortalezas y límites de la aplicación de las diferentes técnicas utilizadas por los docentes, enfatizando su importancia para la construcción del saber matemático.

La utilización del texto guía «*Conceptos y contextos*» de James Stewart, es considerada por los docentes como una de las más significativas estrategias para la enseñanza del cálculo, pues éste se constituye en una referencia y guía permanente de los cursos. Los diferentes conceptos y planteamientos que ofrece el texto se aprovechan como una herramienta para que el estudiante pueda aprender por sí mismo, permitiendo la construcción de una autonomía académica, en donde el alumno sea más participativo y logre comprender los diferentes conceptos matemáticos.

Otra fortaleza que se evidencia en algunos docentes es la implementación de una técnica denominada **ventanas** que permite retomar ciertos elementos –preconceptos– del álgebra elemental, la geometría analítica y la trigonometría que son fundamentales para el desarrollo de planteamientos más complejos, teniendo en cuenta que los contenidos del programa de cálculo diferencial siguen una estructuración lógica, desde el punto de vista de los prerrequisitos que el alumno debe traer o que en el desarrollo del curso debe asimilar para poder avanzar en el entendimiento de la materia. En muchos casos, estos prerrequisitos no se han asimilado adecuadamente por parte de los estudiantes, lo que representa obstáculos para la comprensión de los conceptos matemáticos. Esta técnica surge como respuesta a una dificultad muy común –insuficiencia en las bases matemáticas– y es preciso anotar que es una construcción propia de los docentes del Departamento de Ciencias Básicas de EAFIT, en el ejercicio de buscar estrategias de solución a sus problemáticas.

Un propósito institucional en EAFIT es invitar tanto a docentes como a estudiantes a hacer uso de estrategias tecnológicas en el proceso de enseñanza–aprendizaje del cálculo, como: *Internet*, el programa *DERIVE®*, *talleres de solución de problemas*, *Eafit interactiva*. Estas estrategias alternas propenden por la enseñanza del cálculo, desarrollando experiencias de aprendizaje que involucran la visualización de los conceptos integrando las distintas partes de un concepto. Sin embargo, algunos docentes y estudiantes no aprovechan al máximo estos asistentes matemáticos. En el caso de los docentes, no todos tienen una capacitación

adecuada para su ejecución; y los estudiantes no se sienten motivados a utilizar las ayudas computacionales, ya que no hacen parte de la evaluación. Una alternativa de solución en ambas direcciones podría ser la capacitación conjunta tanto de estudiantes y docentes, experimentando y evaluando su eficacia y conveniencia para el aprendizaje del cálculo, e incluso pensar en la posibilidad que haga parte del seguimiento de la evaluación del curso.

Al analizar las limitaciones de las diferentes técnicas, encontramos que la principal dificultad expresada por los docentes tiene que ver con el reducido tiempo que tienen para trabajar todo el contenido del programa establecido en Eafit durante un semestre académico, y la respuesta de los estudiantes frente al proceso de aprendizaje. Su preocupación consiste en no lograr presentar los temas en una panorámica completa, ya que en muchas ocasiones se realizan aprendizajes parciales, divididos o inconexos; lo cual requiere de un plan de trabajo claro para cada clase, con el propósito de evitar la dispersión y optimizar el tiempo.

La otra dificultad consiste en la poca participación e interés de los estudiantes en la construcción del conocimiento. Algunos docentes plantean, a modo de caracterización, que gran parte de los alumnos que ingresan a la universidad, no tienen claridad en su elección vocacional, lo que puede generar obstáculos en el aprendizaje. El porcentaje de los alumnos nuevos en Eafit oscila entre los 15 y 17 años, una época en la que se tienen cambios significativos para la vida. Un aspecto a tener en cuenta es la falta de orientación que se le brinda al bachiller para que pueda hacer una elección de su futura carrera profesional. Algunos colegios y universidades no tienen programas que apoyen decididamente a los estudiantes en la etapa de la transición del bachillerato a la universidad. Esto trae como consecuencia que los estudiantes que ingresan a la universidad necesitan períodos demasiado largos de adaptación, reflejándose en los bajos rendimientos académicos en los primeros semestres.

En la mayoría de los casos, los docentes intentan concientizar a los alumnos acerca de la importancia de disciplinarse para estudiar y aprender las explicaciones de las clases, mostrando que en última instancia es el propio estudiante quien tiene la responsabilidad de aprender. Lo más importante sería que el estudiante lograra estudiar por sí mismo; los docentes afirman constantemente que no se trata de suplir todos los vacíos de los alumnos, sino promover la responsabilidad frente al estudio.

Es necesario destacar que, en este intento de concientizar a los alumnos de la importancia de responsabilizarse de su proceso de aprendizaje, las técnicas utilizadas por algunos de los docentes se orientan a la transmisión de una actitud analítica a la hora de enseñar cálculo. Esta actitud se constituye en una estrategia, no sólo de enseñanza, sino también de aprendizaje, ya que los estudiantes pueden incorporarla, hacerla propia e incluso aplicarla en otras asignaturas, con el propósito de mejorar su rendimiento académico. Esta actitud que intentan transmitir los docentes fortalece el debate, la libre expresión, el respeto por la diferencia, la autonomía intelectual y el reconocimiento de los límites y posibilidades de un sujeto en un proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo o de cualquier otro saber.

El tema investigado en este trabajo lleva implícitas muchas variables, y todas ellas inciden en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Pretender analizarlas simultáneamente es un propósito que sobrepasa la investigación a la cual se hace referencia; lo que sí se pretendía era tenerlas presentes para entender la complejidad del problema, pero a partir del privilegio de una de ellas: las metodologías utilizadas por los docentes. Siendo consecuentes con la gradualidad propia del método analítico, queda entendido que esta investigación es un paso dentro de un macroproyecto. Es por eso que se cree en la pertinencia de continuar indagando y abriendo espacios de debate sobre estos temas, pues las posibles respuestas a los interrogantes no se agotan en esta investigación, por el contrario se abren nuevas posibilidades y perspectivas de trabajo, no sólo en el área de ciencias básicas, también en otros campos del conocimiento.

Bibliografía

- Aktouf, Omar (1985). El método de la observación participante. En: la rupture entre l'enterprise et les hommes. Alain Chanlat y Maurice Dufour (compiladores). Montreal.
- Arjona, Angeles y Checa, Juan Carlos (1998). Las historias de vida como método de acercamiento a la realidad social. España. En: www.gacetaantropologica.com
- Averbach, Bonnie y Chein, Orin (1993). Problem solving through recreational mathematics. Nueva York: Dover, 1993.
- Barrantes, Hugo y Ruiz, Ángel (1998). La historia del Comité Interamericano de educación matemática. En: Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. Colección Enrique Pérez Arbeláez. No.13. Bogotá.
- Castoriadis, Cornelius (2002). La insignificancia y la imaginación. Madrid: Trotta.
- Delgado, J.M y Gutiérrez, J. (coordinadores) (1994). Métodos y técnicas cualitativos en investigación en Ciencias Sociales. Madrid: Síntesis.
- Galeano, Eumelia (2002). Métodos cualitativos. Documento Seminario Investigación Cualitativa, Maestría en Ciencias de la Administración, Universidad EAFIT.
- Galilei, Galileo (1995). Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo: ptolemaico y copernicano. Madrid: Alianza.
- Galindo, Luis Jesús (1998). Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación. México: Pearson educación.
- _____ (1997). Sabor a ti. Metodología de la investigación social. México: Universidad Veracruzana.
- Geertz, Clifford (1973). Descripción densa: hacia una teoría interpretativa de la cultura. Nueva York: Basic Books.
- Ibañez, Jesús (1994). El regreso del sujeto. La investigación social de segundo orden. Madrid: Siglo XXI.
- Kline, Morris (1999). El fracaso de la matemática moderna. Por qué Juanito no sabe sumar. Madrid: Siglo XXI.
- _____ (1985). Matemáticas. La pérdida de la certidumbre. México: Siglo XXI.
- Lerner, Jeannette y GIL, Lina Marcela (2000). Aplicación del método analítico en el ámbito pedagógico. Formalización de una experiencia. Universidad EAFIT, Medellín. Inédito.
- Llorens Fuster, José Luis (1998). Exámenes con DERIVE®. Valencia: José Luis Llorens F., editor.
- Martínez, Miguel (2000). La investigación cualitativa etnográfica en educación. Bogotá: Círculo de lectura alternativa.
- Morin, Edgar (1984). Ciencia con consciencia. Barcelona: Anthropos.
- _____ (2002). La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Not, Louis (2000). Las pedagogías del conocimiento. Bogotá: Fondo de Cultura Económica.
- Pérez Carreras, Pedro (2002). Los conceptos matemáticos: su génesis y su docencia. Cátedra Ambulante "Ciudad de Alcoy". Valencia: Editorial U. P. V.
- _____ (2000). Matemáticas asistidas por ordenador: Cálculo infinitesimal. Valencia: Editorial U. P. V.
- Poincaré, Henri (1903). ¿Qué es la creación matemática? Primera de las conferencias dictadas en la Sociedad Psicológica de París. París.
- Polya, G. (1997). Cómo plantear y resolver problemas. México: Trillas.
- _____ (1957). How to solve it. Nueva York: Doubleday Anchor Books.

_____ (1962). *Mathematical Discovery: On understanding, learning, and teaching problem solving* (Vol. 1). Nueva York: Wiley and Sons.

Ramírez, Carlos Arturo (1991). El método científico en el psicoanálisis. En: Revista Universidad de Antioquia, Vol LX. No.224, Medellín, abril-junio.

_____ (1999), Psicología de orientación analítica, Art. 18. En: Artículos y Ensayúnculos. Policopiado por la Cooperativa de profesores, U. de A., Medellín, 1999.

_____ (1999). Psicología de orientación psicoanalítica, Art. 19. En: Artículos y Ensayúnculos. Policopiado por la Cooperativa de profesores, U. de A., Medellín.

_____ (1999). Las técnicas analíticas. Ens. 80. En: Fabulaciones. Policopiado por la Cooperativa de profesores, U. de A., Medellín.

_____ (2000). Análisis de un discurso. Ens. 98. En: Ocurrencias. Policopiado por la Cooperativa de profesores, U. de A, Medellín.

_____ (2000). De entender a incorporar. Ens. 99. En: Ocurrencias. Policopiado por la Cooperativa de profesores, U. de A, Medellín.

_____ (2000). La formalización. Ens. 102. En: Ocurrencias. Policopiado por la Cooperativa de profesores, U. de A, Medellín.

Resnick, Lauren y FORD, Wendy (1998). *La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos*. Barcelona: Paidós.

Rorty, Richard (1990). *Educación sin dogma*. En: Facetas. N.88. Washington.

Santana, Lourdes y Gutiérrez, Lidia (1998). *La investigación etnográfica. Experiencias de su aplicación en el ámbito pedagógico*. Venezuela, Instituto Rural "El Mácaro".

Stone Wiske, Martha (1999). *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Buenos Aires: Paidós, 1999.

Taylor, S.J. y Bodgan, R. (1992). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.

Vasco U., Carlos E. (2001). *Ensayo: Pedagogías para la comprensión en las disciplinas académicas*. Uni-pluri/versidad. U. de A.. Vol. 1. No.3. pp.19-28.

Vélez, Olga Lucía y Galeano, Eumelia (2002). *Investigación cualitativa. Estado del arte*. U. de A., Facultad de ciencias Sociales y Humanas, CISH. Medellín.

Woods, P. (1987). *La etnografía en la investigación educativa*. Barcelona: Paidós.