

ESQUEMA DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PARA LA DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DE FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICAS

Pedro Gómez, Luis Rico

En este documento, describo el procedimiento que utilicé en un estudio sobre el desarrollo del conocimiento didáctico de futuros profesores de matemáticas de secundaria. Con este procedimiento pude caracterizar una sucesión de estados, en términos de atributos de producciones de esos futuros profesores, que permiten describir la evolución en dichas producciones.

In this document, I describe the procedure I used in a study about the didactical knowledge development of prospective secondary mathematics teachers. This procedure allowed me to characterize a sequence of states, in terms of the of the attributes of the prospective teachers' productions, from which I can describe the change in those productions.

ANÁLISIS DIDÁCTICO, ANÁLISIS DE CONTENIDO Y ORGANIZADORES DEL CURRÍCULO

En mi trabajo de tesis doctoral me interesó¹ por explorar el desarrollo del conocimiento didáctico de los futuros profesores de matemáticas que fueron estudiantes de la asignatura *Didáctica de la Matemática en el Bachillerato* de la Universidad de Granada durante el curso 2000 – 2001 (Gómez, 2001)². Centro mi interés en aquella parcela del conocimiento didáctico relacionada con el análisis de contenido. El análisis de contenido es uno de los cuatro análisis del análisis didáctico. El análisis didáctico es un procedimiento que establece cómo el profesor debería diseñar, llevar a la práctica y evaluar actividades de enseñanza y aprendizaje (Gómez, 2002). Esta idea nos permite, por una parte, conceptualizar la noción de conocimiento didáctico como aquel conocimiento que el futuro profesor construye y pone en juego cuando realiza el análisis didáctico. Por otra parte, la noción de análisis didáctico nos permite estructurar el contenido de la segunda parte de nuestra asignatura de acuerdo con los análisis que lo componen (Gómez y Rico, 2002).

El análisis de contenido, como análisis de las matemáticas escolares, tiene como propósito la descripción de una estructura matemática desde la perspectiva de su enseñanza y aprendizaje en el aula. En el análisis de contenido se busca identificar y describir estructuradamente los diversos significados matemáticos de la estructura matemática. Este análisis se hace desde la perspectiva de las matemáticas escolares y tiene en cuenta tres tipos de significados: la estructura conceptual, los sistemas de representación y los fenómenos (análisis fenomenológico y modelos). En Gómez (2002) se describen los significados técnicos que utilizamos de estas nociones dentro de la asignatura, las relaciones entre ellas y su papel en el diseño de unidades didácticas. En este documento quiero centrarme en un problema metodológico que surgió cuando, habiendo desarrollado una

¹ En este documento utilizo como sujeto la primera persona del singular con el propósito de simplificar la lectura. No obstante, este trabajo ha sido revisado, comentado y criticado por mi supervisor de tesis y coautor de este documento, Luis Rico. De esos comentarios y críticas han surgido buena parte de las ideas claves que me han permitido avanzar en el trabajo.

² Este trabajo se enmarca en la línea de investigación sobre formación de profesores del Grupo de Pensamiento Numérico y Algebraico de la SEIEM y forma parte del proyecto *Indicadores de calidad para la formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*.

conceptualización de la asignatura y realizado un análisis conceptual de las nociones de interés, me propuse explorar el desarrollo del conocimiento didáctico de los futuros profesores que participaron en la asignatura.

La exploración del desarrollo del conocimiento didáctico debe tener en cuenta al menos dos cuestiones: primero, la identificación y caracterización de una sucesión de “estados” de ese conocimiento; y, segundo, la descripción de cómo el proceso de construcción del conocimiento didáctico por parte de los futuros profesores pasa por esos estados. En el caso de mi estudio, decidí basar mi exploración en las producciones que los futuros profesores producen naturalmente a lo largo del desarrollo de la segunda parte de la asignatura. A continuación describo los esquemas de recolección y codificación de la información que he utilizado. Después presento el instrumento con el que analicé esa información.

RECOLECCIÓN Y CODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el trabajo en el análisis didáctico dentro de la asignatura, los futuros profesores se organizan en grupos de cuatro a seis personas. Cada uno de estos grupos escoge un tópico matemático en el que trabajará de allí en adelante y para el que tendrá que presentar el diseño de una unidad didáctica al final del curso. En esta parte de la asignatura utilizamos un esquema cíclico de trabajo. Cada ciclo corresponde a un organizador del currículo. Por ejemplo, el análisis de contenido comienza con el tratamiento de la estructura conceptual, sigue con la puesta en juego de los sistemas de representación y finaliza con la consideración de los modelos y el análisis fenomenológico. La Figura 1 presenta el esquema básico de un ciclo de este esquema metodológico.

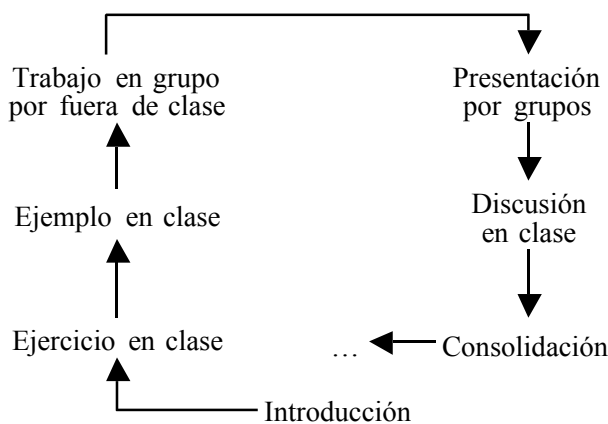


Figura 1. Ciclo de esquema metodológico

El ciclo parte de la discusión con la que finaliza el ciclo anterior. En general, esta discusión (por ejemplo, sobre los sistemas de representación) da lugar a la introducción de una nueva noción (por ejemplo, la noción de modelo). A partir de esta introducción, proponemos un ejercicio en clase, que consiste en la utilización de dicha noción para el análisis de una estructura matemática predeterminada o de la estructura matemática en la que cada grupo está trabajando. Los grupos presentan sus propuestas y se discuten posibles significados de la noción en su aplicación práctica. A continuación, los formadores presentamos un ejemplo de la utilización de la noción a una estructura matemática específica (diferente de las que tienen asignadas los grupos) y les pedimos que, para la siguiente sesión de clase, pongan en juego esta noción (y las que se han considerado hasta ese momento) para el análisis de su estructura matemática. En la siguiente sesión, cada grupo presenta los resultados de su trabajo al resto de la clase. Compañeros y profesores comentan y critican

cada presentación. Al final, los formadores promueven una discusión en la que buscan formular preguntas y actividades que aborden los errores y dificultades detectados en las presentaciones. En algunas ocasiones, los formadores sugieren aspectos del significado técnico de la noción con la que se está trabajando. El final del ciclo tiene dos partes. Por un lado, los formadores parten de la discusión anterior para motivar la introducción de una nueva noción. Por el otro, uno de los formadores revisa cada una de las producciones y produce un documento con sus comentarios y sugerencias. Los futuros profesores reciben ese documento durante la siguiente sesión. En el curso 2000 – 2001, en el que recogí la información, este ciclo se realizó ocho veces, siguiendo aproximadamente el orden en el que se trataron los organizadores del currículo. Las transparencias de las presentaciones de cada grupo en cada una de estas ocho ocasiones junto con las transparencias de la presentación de su trabajo final constituyen la información básica a la que haré referencia en este documento.

Una transparencia de un grupo cualquiera presenta información esquemática sobre el análisis que ese grupo ha hecho de su tópico matemático. Cada análisis utiliza como herramienta central un organizador del currículo. Yo tuve que diseñar un esquema de codificación de estas transparencias que satisficiera al menos tres condiciones. Primero, el instrumento debía servir para todas las transparencias. Es decir, el esquema de codificación debía ser independiente del tópico matemático analizado y del momento de la asignatura en que se produjo la transparencia. Segundo, el producto de la codificación de las transparencias debía servir de información básica para el análisis de los cambios en las producciones de los grupos, como indicativo del desarrollo del conocimiento didáctico de los futuros profesores. Tercero, el esquema de codificación debía ser suficientemente sencillo y claro para asegurar su confiabilidad.

En este documento omito la descripción detallada del proceso que dio lugar al instrumento de codificación. Éste fue un proceso de prueba y error, siguiendo las pautas de la investigación fundada (Corbin & Strauss, 1990). Las variables de codificación surgieron de nuestra experiencia en clase, del marco conceptual de la investigación, del análisis de la información recogida y de las discusiones entre los autores. Habiendo definido una lista de variables, yo codifiqué los 92 grupos de transparencias y analicé el proceso y su resultado. De este análisis surgió la necesidad de cambiar la lista de variables o mejorar su definición. Realicé este proceso varias veces hasta que identifiqué, para cada organizador del currículo, un grupo *factores* en los que pude agrupar una serie de 120 variables. La mayoría de las variables son de tipo dicotómico y establecen la existencia o inexistencia de una característica posible de una transparencia. Los siguientes son algunos ejemplos de variables: en la estructura conceptual aparecen hechos, los sistemas de representación organizan la estructura conceptual, no hay conexiones entre sistemas de representación, aparece el sistema de representación numérico, el sistema de representación gráfico se utiliza en la actividad de evaluación, se establecen relaciones entre fenómenos y subestructuras, etc.. Hay seis variables que no son dicotómicas: número de niveles del mapa conceptual, número de conexiones internas a los sistemas de representación, número de conexiones entre sistemas de representación, número de contextos en los que se organizan fenómenos y número de subestructuras utilizadas en la organización de los fenómenos. Las variables admiten, por supuesto, el valor “no aplica” cuando, para una transparencia dada, la pregunta que corresponde a la variable no tiene sentido. Organicé estas variables en factores³. La Figura 2 identifica esos factores y las relaciones entre ellos.

³ Ver el documento *Indicadores de calidad para la formación inicial de profesores de matemáticas* en este volumen, para la descripción del papel de los factores en la evaluación de la calidad de un plan de formación.

Las nociones de complejidad, variedad, organización y papel en la utilización de otros organizadores y en el diseño de la unidad didáctica son factores que pueden describir los cambios en las transparencias desde el punto de vista del desarrollo en el conocimiento didáctico.

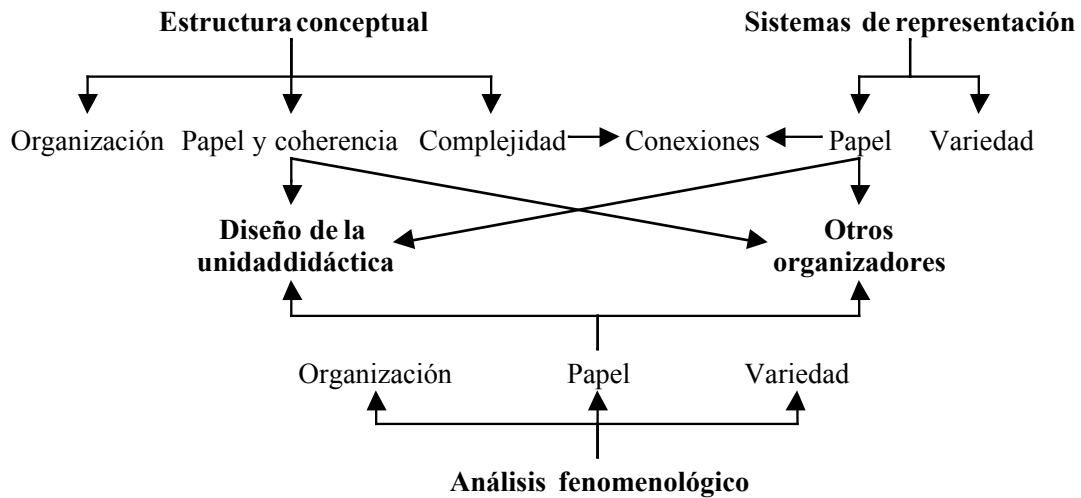


Figura 2. Factores en los que se organizan las variables

Los factores se convirtieron en el hilo conductor para transformar y resumir los datos básicos (que surgen de las variables de codificación) en variables y estados de proceso. Con base en estas variables y estos estados y utilizando un instrumento de análisis que describo a continuación, yo esperaba obtener información que pudiese ser interpretada en términos del desarrollo cognitivo de los futuros profesores.

INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El instrumento de análisis que yo buscaba debía satisfacer varias condiciones. Entre otras, este instrumento debía: utilizar la información básica que surge de la codificación descrita en el apartado anterior; resumir esa información de tal forma que fuese posible identificar y caracterizar un número limitado de “estados de conocimiento didáctico” de los futuros profesores a partir de las transparencias; permitir apreciar el grado en el que cada transparencia se ajusta a las características del estado al que se asigna; y permitir apreciar si, para un grupo dado, sus transparencias presentan algún tipo de evolución en el tiempo. Mi problema se centraba en identificar y caracterizar un grupo de atributos de las transparencias a partir de los cuales yo pudiese definir unos estados con las características que acabo de enumerar. Para identificar esos atributos tuve en cuenta: lo que nuestra experiencia como formadores nos indicaba sobre cómo los futuros profesores avanzan en su aprendizaje, la revisión y el análisis sistemático de las transparencias y de su codificación, la revisión del marco conceptual del estudio, y el análisis de los factores identificados en la Figura 2 y su significado desde la perspectiva del desarrollo del conocimiento didáctico. De esta reflexión surgió un primer grupo de atributos (variables), cuya definición fui refinando al analizar los resultados que se obtenían al utilizarlas para caracterizar las transparencias, al contrastar su definición con el marco conceptual del estudio, y al revisar su significado a partir de nuestra experiencia como formadores. Al final de este proceso cíclico obtuve doce variables: número de niveles del mapa conceptual que describe el tópic, existencia de las nociones centrales del tópic en la estructura conceptual, número de criterios de organización de la estructura conceptual, uso coherente de los criterios de organización, número de conexiones, variedad de sistemas de representación, papel de los sistemas de representación como organizadores de la

estructura conceptual, variedad de fenómenos, número de contextos a los que pertenecen los fenómenos presentados, número de subestructuras utilizadas para organizar los fenómenos, papel de la estructura conceptual en la aplicación de los otros organizadores del currículo y en el diseño de la unidad didáctica, coherencia entre lo propuesto en la estructura conceptual y el uso que de ella se hace en las otras fases de la asignatura.

Simultáneamente con la identificación y caracterización de las variables fui identificando estados y caracterizándolos a partir de esas variables. Desde un comienzo decidí identificar cuatro. Pensé que éste era un número suficientemente pequeño como para permitir analizar los resultados y discriminar apropiadamente las transparencias. Además, pensé que esos estados debían corresponder en número al número de fases en las que se desarrolló la asignatura con respecto a los organizadores del currículo del análisis de contenido: estructura conceptual, sistemas de representación, análisis fenomenológico y utilización de la información producida en el análisis de contenido en la aplicación de los demás organizadores del currículo y en el diseño de la unidad didáctica. Habiendo caracterizado el conjunto de variables y decidido el número de estados, el problema que tenía consistía en caracterizar esos estados en términos de combinaciones de valores de esas variables de tal forma que la sucesión de estados fuesen representativos de una evolución y las transparencias se ajustaran tanto como fuera posible a los estados a los que eran asignadas. Por ejemplo, si hubiese únicamente dos variables, complejidad de la estructura conceptual y variedad en sistemas de representación, y solamente dos estados, ¿qué valores de las dos variables caracterizan esos dos estados?

El primer paso en esta búsqueda se centró en la formulación de una definición inicial de los estados que fuese coherente con el marco conceptual y con nuestra experiencia como formadores. Para ello, me basé en los factores: el desarrollo del conocimiento didáctico debía representarse en avances en términos de complejidad, variedad, organización y papel en el uso de los organizadores del currículo. Así, para cada variable identifiqué cuatro rangos de sus valores, correspondiendo cada rango a uno de los cuatro estados, sucesivamente. Impuse dos condiciones a la definición de los rangos: la unión de los cuatro rangos debe ser igual al rango total de los valores que puede asumir la variable; y dos rangos sucesivos diferentes de una variable pueden compartir máximo un valor (a menos que el rango sea del tipo “más que...”). La Tabla 1 muestra los rangos que asigné a cada una de las variables en virtud de los cuales se define la primera versión de los estados.

Estados	1		2		3		4	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
Variables								
<i>Complejidad</i>	0	0	1	1	2	2	3	100
<i>Nociones centrales</i>	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Criterios de organización</i>	3	100	2	3	1	2	0	1
<i>Uso coherente criterios</i>	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Conexiones</i>	0	0	1	2	2	100	3	100
<i>Variedad SRS</i>	0	1	1	2	2	100	3	100
<i>SRS como organizador</i>	0	1	2	2	2	3	3	3
<i>Variedad fenómenos</i>	0	1	1	2	2	100	2	100
<i>Número de contextos</i>	0	1	1	2	2	3	3	100
<i>Número subestructuras</i>	0	0	0	1	1	2	2	100
<i>Papel</i>	0	0	0	0	0	5	6	100

Estados	1		2		3		4	
VARIABLES	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
Coherencia EC	0	0	0	0	1	1	1	100

Tabla 1. Primera definición de estados

Aquellos rangos del tipo [2,100] representan rangos que expresan la existencia de 2 o más unidades de la variable correspondiente. Las variables dicotómicas se representan con 0 (no) y 1 (sí). La variable “sistemas de representación como organizador de la estructura conceptual” tiene los siguientes valores: 0 – no aparece, 1 – no se utiliza, 2 – organiza con otros criterios, 3 – organiza. En la variable “papel” se cuenta el número de ocasiones en las que el organizador correspondiente se utiliza para desarrollar una tarea (por ejemplo, en el diseño de una actividad de evaluación). La variable coherencia de la estructura conceptual establece la relación entre la información producida para la estructura conceptual y el uso que de ella se hace en las otras fases de la asignatura.

Con esta definición de los estados en función de las variables pude asignar la codificación de cada transparencia a aquel estado que generaba el menor número de discrepancias. Se encuentra una discrepancia en una variable para una transparencia asignada a un estado cuando el valor de esa variable para esa transparencia no se encuentra dentro del rango definido para ese estado. Este procedimiento produjo la asignación de transparencias a estados que se muestra en la Tabla 2.

Transparencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grupo									
1	2	2	3	3	3	4	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	3	3	4
3	1	2	2	3	4	3	3	3	4
4	1	2	2	2	3	3	3	4	4
5	1	2	3	3	3	3	3	4	4
6	2	2	2	3	2	3	3	4	4
7	2	2	3	3	3	4	4	4	4
8	1	2	3	2	3	3	4	4	4

Tabla 2. Primera asignación de estados a observaciones

Con esta asignación se producen 259 discrepancias, un indicativo de un ajuste pobre de la definición de los estados a las características de las transparencias. Para mejorar ese ajuste inicié un proceso cíclico de dos pasos por ciclo. En el primer paso, identifiqué aquellas variables para las que se producían mayor número de discrepancias y cambié los rangos de esas variables buscando reducir el número de discrepancias. En el segundo paso, una vez cambiados los rangos de algunas variables, reasigné cada transparencia a aquel estado que minimizaba el número de discrepancias. La Tabla 3 muestra la nueva definición de rangos en el primer paso del segundo ciclo. Los que fueron modificados aparecen en negrita. Es evidente que, para reducir discrepancias, el cambio en los rangos de una variable va a reducir en la mayoría de los casos su capacidad de discriminar entre estados. Por esa razón seguí la regla de que cada variable debía permitir la discriminación de al menos dos estados y busqué cambiar los rangos lo menos posible para ello.

Estados	1		2		3		4	
Variables	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
<i>Complejidad</i>	0	0	1	2	2	2	2	100
<i>Nociones centrales</i>	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Criterios de organización</i>	3	100	2	3	1	2	0	1
<i>Uso coherente criterios</i>	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Conexiones</i>	0	0	1	2	2	100	3	100
<i>Variedad SRS</i>	0	1	1	100	2	100	3	100
<i>SRS como organizador</i>	0	1	1	2	2	3	3	3
<i>Variedad fenómenos</i>	0	1	1	2	2	100	2	100
<i>Número de contextos</i>	0	1	1	100	2	100	3	100
<i>Número subestructuras</i>	0	0	0	1	1	100	2	100
<i>Papel</i>	0	0	0	0	0	5	6	100
<i>Coherencia EC</i>	0	0	0	0	0	0	1	1

Tabla 3. Segunda definición de estados

Con esta definición de estados se generan 137 discrepancias. Una vez realizado el segundo paso del ciclo y habiendo reasignado las transparencias a los estados que minimizan el número de discrepancias, es posible volver a analizar las variables que generan mayor número de discrepancias y reiniciar el ciclo. Para el caso de la información que recogí en mi estudio, detuve el proceso al final del tercer ciclo porque, al tratar de cambiar los rangos de las variables que generaban mayor número de discrepancias, me di cuenta de que estas variables perdían demasiada capacidad discriminadora. La Tablas 4 y 5 muestra los valores de los rangos y la asignación de las transparencias al final del proceso.

Estados	1		2		3		4		Dis
Variables	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	Tot
<i>Complejidad</i>	0	0	1	2	2	100	2	100	18
<i>Nociones centrales</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	2
<i>Criterios de organización</i>	3	100	2	3	1	2	0	1	13
<i>Uso coherente criterios</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Conexiones</i>	0	0	1	3	3	100	3	100	18
<i>Variedad SRS</i>	0	1	1	100	2	100	3	100	10
<i>SRS como organizador</i>	0	1	1	2	2	3	3	3	8
<i>Variedad fenómenos</i>	0	1	1	2	2	100	2	100	8
<i>Número de contextos</i>	0	1	1	100	2	100	3	100	2
<i>Número subestructuras</i>	0	0	0	1	1	100	2	100	4
<i>Papel</i>	0	0	0	5	0	5	6	100	6
<i>Coherencia EC</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	7
Total discrepancias									97

Tabla 4. Definición final de estados

Transparencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grupo									
1	2	2	2	3	3	4	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	3	3	4
3	1	2	2	3	3	3	3	3	3
4	2	2	2	2	2	3	3	3	3
5	2	2	3	3	3	3	3	3	3
6	2	2	2	3	3	3	2	4	4
7	2	2	3	3	3	3	4	3	4
8	1	2	2	2	3	3	3	2	2

Tabla 5. Asignación final de estados a observaciones

En algunos casos, cuando se está en el segundo paso del ciclo, se encuentran transparencias para las que hay dos estados que generan el mismo número (mínimo) de discrepancias. Para decidir a qué estado asignar la transparencia, analicé las variables que generaban las discrepancias en cada uno de los estados y definí prioridades entre ellas. Por ejemplo, preferí estados que no generan discrepancias en variables que no corresponden a la fase en la que se genera la transparencia. Es el caso de una transparencia inicial que genera discrepancias en las variables del análisis fenomenológico. Esta regla, junto con dar menor importancia a las variables relacionadas con los criterios de organización de la estructura conceptual, fueron suficientes para resolver esas cuestiones.

En un segundo ejercicio, apliqué el procedimiento que acabo de describir partiendo de una definición diferente de los estados iniciales. Las variables discriminaban un poco menos al comienzo. No obstante, el proceso produjo un resultado final similar al presentado antes. Aunque ésta no es una prueba de que el procedimiento converge siempre, a un mismo resultado, y para cualquier conjunto de datos iniciales, sí me indica que el procedimiento no produce resultados aleatorios.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCEDIMIENTO

En este apartado describo de manera general el procedimiento que acabo de presentar. Se parte de un conjunto de observaciones que han sido codificadas. En el caso de mi estudio las observaciones correspondían a nueve paquetes de transparencias para cada uno de ocho grupos de futuros profesores. El orden en las observaciones dentro de un grupo representa una secuencia en el tiempo. Se han definido unas variables basadas en la codificación de las observaciones y se ha determinado un número de estados. Tanto las variables, como el número de estados surgen del análisis inicial de la información, del marco conceptual y de la experiencia del investigador.

El propósito es obtener una definición de los estados, en términos de las variables, que se ajuste lo mejor posible a las observaciones. El rango de los valores posibles de cada variable se divide en tantas partes como estados se hayan determinado. Dos rangos sucesivos diferentes de una variable pueden compartir máximo un valor, a menos que sean del tipo $[r, \infty)$. De esta forma, el estado i queda definido por el conjunto de todos los rangos de orden i de las variables (ver los ejemplos de las Tablas 1, 3 y 4).

Al asignar observaciones a estados, aparecen discrepancias. Esto sucede cuando, para el menos una variable y un estado, hay una observación asignada a ese estado que asume valores que no pertenecen al rango establecido para esa variable en ese estado. El problema

se traduce entonces en obtener una definición de estados que minimice el número de discrepancias, con un grado aceptable de discriminación entre ellos.

El proceso para obtener la definición de esos estados es cíclico. Cada ciclo está compuesto por dos pasos: asignación de observaciones a estados y redefinición de rangos a algunas de las variables para algunos de los estados. En el primer paso, la asignación se hace de tal forma que el estado escogido para una observación sea aquel que genera el mínimo número de discrepancias. En el segundo paso se identifican las variables que generan mayor número de discrepancias y los estados en los que se generan. A continuación se analizan las consecuencias de cambiar la definición de esos estados (y posiblemente de los estados contiguos) en términos de esas variables. El cambio en los rangos se rige por un criterio doble: reducir el número de discrepancias, manteniendo un nivel aceptable de discriminación entre estados. Una vez que se han cambiado los rangos de las variables que generan mayor número de discrepancias (en aquellos estados en que se generan), es necesario revisar la asignación de observaciones a estados. Se inicia un nuevo ciclo. En el caso del ejemplo que presenté en el apartado anterior fueron necesarios tres ciclos. Cuando revisé por cuarta vez la definición de los estados en términos de las variables observé que los cambios que permitían reducir discrepancias implicaban una pérdida demasiado importante en el grado de discriminación. Por lo tanto, detuve el proceso allí.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para una definición inicial de variables y de número de estados, el procedimiento permite una caracterización de los estados (en términos de las variables) que se ajusta razonablemente a los datos. Esto significa, en el caso de mi estudio, que esta caracterización de los estados permite identificar aquellas combinaciones de atributos de las transparencias que aparecen simultáneamente con mayor frecuencia y que mejor se adaptan a esa información. En términos cognitivos, los resultados identifican y caracterizan aquellos estados de conocimiento didáctico más representativos dentro del proceso de desarrollo de ese conocimiento, para estos futuros profesores. Desde la perspectiva del desarrollo, la caracterización de estos estados sucesivos identifica aquellos atributos que tienden a aparecer simultáneamente en los datos. También da luces sobre el orden de aparición en el tiempo de los diferentes atributos.

En el caso de mi estudio, se observa que una baja complejidad en la estructura conceptual ocurre simultáneamente con un número alto de criterios de organización de esa estructura y un número reducido de sistemas de representación. En la medida en que la complejidad de la estructura conceptual aumenta, se reducen los criterios de organización, aparecen más sistemas de representación y éstos tienden a jugar un papel protagónico en su organización.

Por otro lado, se observa que cuatro de los grupos presentaron transparencias clasificadas en el cuarto estado. Un grupo (el 9) presenta una regresión al segundo estado al final del curso. Los otros tres grupos se estabilizan en el tercer estado. En un primer análisis, estos resultados se pueden interpretar en el sentido de que, además de desarrollar un nivel apropiado de conocimiento técnico en la gran mayoría de los casos, es posible llegar a desarrollar alguna capacidad para utilizarlo en situaciones prácticas, pero esto no sucede siempre.

Dado que el propósito de este documento no es analizar los resultados obtenidos hasta ahora en mi estudio, los anteriores son solamente ejemplos del tipo de reflexiones que es posible hacer una vez se han obtenido los resultados.

CONCLUSIONES

En mi trabajo de investigación me interesa explorar el desarrollo del conocimiento didáctico de ocho grupos de futuros profesores que participaron en una versión de la asignatura *Didáctica de la Matemática en el Bachillerato* de la que soy uno de los formadores. Para ello, recogí la información que se produce naturalmente dentro de la asignatura cuando los grupos de profesores presentan el avance de su trabajo a lo largo de la segunda parte del curso. Al definir unas variables básicas y codificar la información con base en esas variables, se generó gran cantidad de información. El problema metodológico al que me enfrenté consistió en diseñar un procedimiento que, partiendo de esa codificación básica, me permitiera caracterizar una sucesión de estados con los que se pudiera describir la evolución en esas producciones y, por lo tanto, el desarrollo del conocimiento didáctico de esos grupos de futuros profesores.

A diferencia de los estudios en los que se describe en detalle un estado en un momento particular del tiempo, los estudios de desarrollo buscan describir el proceso de cambio de unos estados a lo largo del tiempo. Un estado se caracteriza por un conjunto multidimensional de atributos (valores de un conjunto de variables). Aún cuando se reduce el número de variables (como lo hice al pasar de las variables de la codificación básica a los doce variables que, en principio, describen el desarrollo), se genera gran cantidad de información. Mi problema consistía, por consiguiente, en caracterizar un número reducido de estados en términos de esas variables. El procedimiento que he presentado en este documento propone una solución a ese problema.

El procedimiento no es completamente sistemático, ni se encuentra completamente definido. Como investigador, yo tomé decisiones sobre el número de estados con los que trabajé, sobre aquellas variables para las que hice el análisis de discrepancias, sobre la selección del estado al que asigné aquellas observaciones que generaban el mismo número mínimo de discrepancias para dos o más estados, y sobre el nivel al cual cambié los rangos de una variable sin que ella perdiera su capacidad de discriminación. Aunque yo puedo describir en detalle y justificar estas decisiones para el caso de las observaciones particulares que he analizado, no ofrezco criterios generales para resolver esas cuestiones en otros casos.

REFERENCIAS

- Corbin, J., & Strauss, A. (1990). Grounded theory research: procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative Sociology*, 13 (1), 3-21.
- Gómez, P. (2001). Desarrollo didáctico de los futuros profesores de matemáticas. Proyecto para una tesis. En Ortiz, M. (Ed.) *V Reunión Científica Nacional de PNA (SEIEM)*. Palencia: Universidad de Valladolid, pp. 86-95.
- Gómez, P. (2002). Análisis didáctico y diseño curricular en matemáticas. *Revista EMA*, 7 (3), 251-293.
- Gómez, P., y Rico, L. (2002). *Análisis didáctico, conocimiento didáctico y formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. [On-line] Descargado el 17 de marzo de 2003, de: <http://cumbia.ath.cx/pna/Archivos/GomezP02-2715.PDF>.