

**PROFUNDIZANDO EN LOS DISEÑOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE
PROFESORES UNIVERSITARIOS EN EL MÁSTER DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA DE MATEMÁTICAS**

**GOING FURTHER INTO TEACHING AND LEARNING DESIGNS OF UNIVERSITY TEACHERS
IN THE MASTER'S DEGREE IN SECONDARY EDUCATION TEACHER TRAINING OF
MATHEMATICS**

Rocío Toscano
rtoscano@us.es

*Departamento de Didáctica de las Matemáticas
Facultad de Ciencias de la Educación
Universidad de Sevilla*

Resumen

En este trabajo nos planteamos estudiar el diseño de aprendizaje realizado por profesores universitarios del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria en la especialidad de Matemáticas en relación con una asignatura concreta, profundizando en sus características y en la demanda cognitiva de las tareas que forman parte del mismo. Los trabajos de Marcelo, Yot, Sánchez, Murillo y Mayor (2011), en relación a la identificación de diferentes tipos de diseños, y las aportaciones de Smith y Stein (1998) sobre la demanda cognitiva de las tareas han sido el marco que nos ha permitido abordar el estudio. El análisis de datos realizado adopta una perspectiva cualitativa. Los resultados obtenidos nos han permitido identificar el tipo de diseño, incorporando nuevas características a trabajos anteriores que permiten apreciar la diversidad y complejidad de la práctica docente universitaria.

Palabras clave: práctica educativa, tareas didáctico-matemáticas, MAES.

Abstract

In this work we aimed to study the learning design posed by university teachers of the Master's Degree in Secondary Education Teacher Training in the speciality of Mathematics in relation to a specific course of that Master, going further into its characteristics and cognitive demand of the tasks that are part of that design. The works of Marcelo, Yot, Sánchez, Murillo and Mayor (2011), in relation to the identification of different types of designs, and the contributions of Smith and Stein (1998) about the cognitive demand of the tasks have been the framework used in this study. The data analysis adopts a qualitative perspective. The obtained results have allowed us to identify the type of design, incorporating new features to previous works which allows to appreciate the diversity and complexity of the teaching practice of university teachers.

Keywords: educational practice, didactical-mathematical tasks, MAES.

1. ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En las últimas décadas del pasado siglo, y dentro del marco general de las investigaciones que se recogieron bajo el nombre del pensamiento de los profesores (Marcelo, 1987) fueron numerosos los intentos de profundizar sobre el conocimiento específico que deben de tener los profesores, y sobre el importante papel que juega en los procesos de enseñanza (Sánchez, 1990, para una revisión de los trabajos desarrollados en esas décadas). Sin embargo, la gran mayoría de estos trabajos se desarrollaron en un contexto de aulas de Primaria y Secundaria. Esta preocupación se ha trasladado a nuestros días a las aulas universitarias. Libros como el editado por Nativa y Goodyear (2002), o revistas como *Higher Education Research & Development*, que incluye entre sus publicaciones artículos relacionados con la teoría y práctica de la educación superior, entre otras muchas publicaciones, son un reflejo del creciente interés mostrado por los investigadores en esta etapa educativa.

Este interés se ha puesto de manifiesto en aspectos muy diferentes, dando lugar a numerosas líneas de investigación: análisis de sistemas educativos y políticas públicas, reformas e innovaciones educativas, metodología de investigación y evaluación educativa, formación del profesorado, currículo, didáctica, calidad y equidad en educación, etc.

En nuestro contexto y centrándonos en la práctica de los docentes universitarios, investigadores (Marcelo, Yot, Sánchez, Murillo & Mayor, 2011; Marcelo, Yot, Mayor, Sánchez, Murillo, Rodríguez & Pardo, 2012) se han planteado estudiar cómo se aproximan a la enseñanza y el aprendizaje esos docentes, considerando la investigación basada en el diseño como un medio que “permite adentrarnos en los procesos mediante los cuales los docentes piensan la enseñanza que pretenden desarrollar” (Marcelo et al., 2011, p. 182). Estos autores, siguiendo a Cameron (2007), consideran el término diseño de aprendizaje como “un método general y comprensivo de descripción del proceso de enseñanza- aprendizaje que, según Datzel (2009), puede ser considerado como una metateoría de educación, o con más precisión, una teoría descriptiva de las actividades educativas y procesos” (p. 183).

Según Koper y Bennet (2008) un diseño de aprendizaje hace alusión a “las actividades de aprendizaje que se necesitan para obtener unos objetivos de aprendizaje, en la mayoría de los casos, cuidadosamente secuenciadas de acuerdo con algunos principios pedagógicos incluyendo los recursos y mecanismos de apoyo necesarios para ayudar a los alumnos a completar estas actividades” (p. 135). Así, se considera que el diseño de aprendizaje especifica el proceso de enseñanza y aprendizaje, junto con las condiciones bajo las cuales ocurre y las actividades llevadas a cabo por los profesores y alumnos con el fin de lograr los objetivos de aprendizaje (Conole, 2007; Koper y Olivier, 2004).

Por tanto, el diseño de aprendizaje está basado en el concepto de “unidad de aprendizaje” e incluye los objetivos de aprendizaje, las funciones, las actividades (actividades de aprendizaje o actividades de apoyo), las estructuras de las actividades, el entorno (incluyendo objetos de aprendizaje), los recursos y el método (Conole, 2007). Además, Koper (2005) señala que la calidad de una unidad de aprendizaje depende en gran parte de la calidad del diseño de aprendizaje, y, por otra parte, que cada práctica de aprendizaje (por ejemplo, un curso) tiene un diseño de aprendizaje subyacente que es más genérico que la práctica en sí misma. De esta

forma, se puede decir que los docentes, al diseñar experiencias de aprendizaje para los alumnos, estas experiencias derivan en la creación de diversos diseños de aprendizaje y, por tanto, a una variedad de actividades de aprendizajes secuenciadas. Así, para cada actividad de aprendizaje se plantean unos objetivos de aprendizaje y unas tareas para que los alumnos logren dichos objetivos planteados. Las tareas, por lo tanto, son los instrumentos/herramientas de mediación para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, y es de gran importancia considerar cómo las tareas se relacionan con el aprendizaje, y cómo las tareas se utilizan pedagógicamente.

El trabajo que aquí presentamos es parte de un proyecto más amplio (Toscano, 2011) dirigido por Carlos Marcelo que, en el contexto de futuros profesores de Secundaria matriculados en el Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria (MAES) en la especialidad de Matemáticas, se ha planteado estudiar el tipo de diseño de aprendizaje realizado por docentes universitarios del mencionado MAES en relación con una asignatura concreta, 'Aprendizaje y enseñanza de las materias de Matemáticas', planteándose profundizar en las tareas que forman parte de ese diseño, y su incidencia en la forma de considerar los alumnos los contenidos tratados.

En particular, aquí nos centramos en la parte correspondiente a los diseños de enseñanza realizados por los docentes universitarios planteándonos:

- Estudiar el diseño de aprendizaje realizado por docentes universitarios del mencionado MAES en relación con una asignatura concreta,
- Profundizar en las tareas que forman parte de ese diseño.

En concreto, este estudio contempla los tres vértices de lo que podríamos considerar el triángulo didáctico, ya que se ocupa de un contenido, un profesor y unos alumnos en el contexto de una aula concreta; una clase de una asignatura del MAES. A continuación, pasamos a situar estas preguntas de investigación dentro de un marco que nos permita darles respuestas adecuadas.

2. MARCO CONCEPTUAL

Muchos autores han tratado de clasificar los elementos que intervienen en el diseño de aprendizaje y, por ende, en una actividad de aprendizaje (Conole & Fill, 2005; Bayle, Fill, Zalfan, Davis, Conole & Olivier, 2006). Se han definido las componentes que constituyen una actividad de aprendizaje como (Conole, 2007):

- El contexto en el que se desarrolla la actividad; lo que incluye el tema, el nivel de dificultad, los resultados de aprendizaje previstos y el entorno en el que la actividad se lleva a cabo. Los resultados del aprendizaje se asignan a la clasificación de Bloom y se agrupan en tres tipos: cognitivos, afectivos y psicomotor y son lo que los alumnos deben saber o ser capaces de hacer, después de completar una actividad de aprendizaje. (Bloom, 1956).
- La pedagogía adoptada (enfoques de enseñanza y aprendizaje). Estos se agrupan según Mayes y de Freitas (2007) en tres categorías: asociativa, cognitiva y situacional.
- Las tareas llevadas a cabo. Esto especifica el tipo de tarea, las técnicas utilizadas para apoyar la tarea, alguna de las herramientas y recursos, la

interacción y roles de los participantes y las evaluaciones asociadas con la actividad de aprendizaje.

En esta clasificación también se recoge una descripción detallada de la naturaleza de las tareas que los estudiantes llevan a cabo como parte de la actividad de aprendizaje para alcanzar los resultados de aprendizaje previstos. Se puede decir que la clasificación es similar a la desarrollada por Laurillard (1993).

En nuestro estudio, dentro de los trabajos que han analizado los diversos diseños de aprendizaje para la enseñanza universitaria, se va a tener en cuenta la clasificación recogida en el estudio de Marcelo et al. (2011), que nos proporcionan un esquema que permite situar el diseño de aprendizaje de un profesor dentro de un marco más general. Estos autores agrupan las diferentes actividades de aprendizaje en siete categorías (Marcelo et al., p. 188):

Actividades asimilativas: buscan en los alumnos promover su comprensión acerca de determinados conceptos o ideas que el profesor presente de forma oral, escrita.

Actividades de gestión de información: solicita al alumno que no sólo busque información sino que la analice y comprenda, son tareas de búsqueda de información, de contrastar y/o sintetizar, de recogida y análisis cuantitativo o cualitativo de datos y de análisis de un caso, texto, audio o vídeo.

Actividades de aplicación: demandan al alumnado resolver ejercicios o problemas aplicando fórmulas, principios o los contenidos estudiados previamente en clase.

Actividades comunicativas: solicita de los alumnos desarrollar actividades que requieren acciones como presentar información, discutir, debatir, poner en común, informar; son tareas de saludo y presentación al inicio de la asignatura, de exposición, defensa o puesta en común de un trabajo previo realizado por el alumnado, de discusión e intercambio de información, etc.

Actividades productivas: se pide al alumnado que diseñe, elabore, cree algún dispositivo nuevo. Son tareas como escribir un ensayo, redactar un informe, diseñar un proyecto, componer o crear un producto tal como una página web, una presentación, etc.

Actividades experienciales: intentan ubicar a los alumnos en un ambiente cercano al ejercicio profesional futuro del alumnado, bien de forma real o simulado; se desarrollan en un laboratorio, en una entidad, institución o organismos de carácter industrial, educativo, sanitario, etc. o en un entorno virtual.

Actividades evaluativas: son aquéllas cuyo principal y único objetivo es la evaluación del alumnado.

Diseñar la enseñanza mediante un conjunto de actividades de aprendizaje secuenciadas de los alumnos ha llevado a Marcelo et al. (2011) a identificar unos patrones de diseño de aprendizaje a través del análisis y el descubrimiento de patrones de secuencias de aprendizaje, es decir, estructuras de actividades de aprendizaje subyacentes en un conjunto de diferentes diseños del aprendizaje universitario. Estos autores han entendido los patrones como “estructuras de tareas de aprendizaje que se repiten con una determinada frecuencia, y que, disponen de una estructura de tareas subyacente simple, las anteriormente citadas, que se amplía al repetirse, ser precedida o antecedida de otras estructuras simples o tareas de aprendizaje puntuales” (p. 190). Pasamos a describir algunos de los patrones de secuencias de aprendizajes identificados por los autores anteriormente mencionados. Así, lo que estos autores identifican como *Patrón 1, Escuchar, buscar y compartir*, está

constituido por una actividad asimilativa, seguida por una de gestión de información y otra comunicativa. Los mismos autores proporcionan un esquema gráfico que sirve para visibilizar este patrón:



Figura 1. Representación del patrón 1. Estructura simple.

Otros patrones identificados son *Patrón 2 Aplicando lo aprendido* (constituido por una actividad inicial asimilativa, seguida de dos actividades de aplicación), *Patrón 3 Lo primero es comprender* (constituido por dos actividades iniciales asimilativas seguidas de una actividad de aplicación), *Patrón 4 Tutorizando el aprendizaje* (se inicia con una actividad comunicativa, seguida de una productiva y una nueva comunicativa). Entre otros, estos autores han recogido una amplia gama de diseños de aprendizaje representando el total de secuencias de aprendizaje en un repositorio digital que han denominado “Alacena”.

Por otro lado, la particularización de los diseños en un contenido didáctico matemático nos lleva a incorporar algunos referentes que nos permitan profundizar las tareas incluidas en los diseños de aprendizaje.

En nuestro estudio, en aquellas actividades que incluyen tareas entendidas como aquello que el profesor plantea al alumno para que realice con objeto de conseguir un determinado aprendizaje, se examinan las tareas de instrucción didáctico matemáticas en términos de sus demandas cognitivas. Por demanda cognitiva nos referimos a la clase y nivel de pensamiento requerido a los estudiantes con el fin de participar con éxito y resolver la tarea, es decir, lo que la tarea exige a los estudiantes determina la demanda cognitiva de la tarea y en parte su potencial de aprendizaje (Stein, Smith, Henningsen & Silver, 2000). En este caso, nos hemos apoyado en los trabajos de Silver y Stein (1996). Estos autores, dentro del proyecto QUASAR, llevaron a cabo un estudio sobre la reforma de la educación matemática en escuelas norteamericanas cuyos resultados mostraron que la naturaleza de las tareas con las que los estudiantes se enfrentan determina lo que los estudiantes aprenden. Centrándose en las tareas matemáticas proporcionaron los siguientes niveles de demanda: bajo nivel de demanda, medio nivel de demanda, alto nivel de demanda y el más alto nivel de demanda.

En nuestro caso, considerando que las tareas que se van a utilizar en el caso de los futuros profesores son tareas didáctico-matemáticas, hemos adaptado la propuesta de estos autores, caracterizando los niveles de demanda cognitiva de las tareas didáctico matemáticas (Adaptado de Smith & Stein, 1998).

Bajo nivel de demanda (memorización).

- Implica reproducir hechos previamente aprendidos o memorizados.
- No son ambiguas. Tales tareas implican la reproducción exacta de un material previamente visto y lo que se está reproduciendo está declarado clara y directamente.
- No hay conexión entre los conceptos o significados que subyacen en lo se plantea.

Medio nivel de demanda (procedimientos sin conexiones).

- Uso de los procedimientos bien por ser específicamente demandado o porque es evidente por una experiencia de enseñanza anterior o por el lugar de la tarea.
- Existe poca ambigüedad sobre lo que se necesita hacer y cómo hacerlo.
- No tiene conexión al significado de los conceptos que subyacen en el procedimiento que se usa.
- Están enfocadas a producir respuestas correctas en lugar de desarrollar comprensión didáctico-matemática.
- No requieren explicaciones o las explicaciones están enfocadas exclusivamente en describir el procedimiento que se usa.

Alto nivel de demanda (procedimientos con conexiones).

- Enfocan la atención de los estudiantes sobre el uso de procedimientos con el propósito de desarrollar niveles de comprensión más profundos sobre las ideas y conceptos que se utilizan.
- Sugieren explícita o implícitamente caminos a seguir que son procedimientos generales más amplios que tienen estrecha relación con las ideas conceptuales que subyacen.
- Requieren algún grado de esfuerzo cognitivo. Aunque los procedimientos generales pueden ser seguidos, esto no puede hacerse sin pensar. Los estudiantes necesitan implicarse con las ideas conceptuales que subyacen en el procedimiento para realizar la tarea con éxito y esto desarrolla comprensión.

El más alto nivel de demanda (haciendo matemáticas).

- Requieren un pensamiento complejo. Una aproximación o camino predecible o bien ensayado no se sugiere explícitamente por la tarea, por las instrucciones de la tarea o por un ejemplo que 'funciona'.
- Requiere que los estudiantes exploren y comprendan la naturaleza de los conceptos didáctico-matemáticos, procesos o relaciones.
- Demanda auto-control o auto-regulación de los propios procesos cognitivos
- Requiere que los estudiantes accedan a experiencias y conocimiento relevante y hagan uso apropiado de ellos en el trabajo a través de la tarea.
- Requiere que los estudiantes analicen la tarea y examinen activamente las restricciones de la misma que pueden limitar las posibles estrategias y soluciones.
- Requiere esfuerzo cognitivo considerable y puede implicar algún nivel de ansiedad para los estudiantes por la naturaleza impredecible del proceso de solución requerido.

Además, la caracterización de las tareas a través del tipo de actividad matemática que pueden potenciar, es decir, de demanda cognitiva, permite introducir tres aspectos relevantes en el análisis de las tareas matemáticas (Penalva y Llinares, 2011):

- La evolución de la demanda cognitiva de las tareas durante la enseñanza.

- Las consecuencias de cambiar una tarea, analizando sus diversas versiones y cuestionándose las diferentes posibilidades de potenciar el aprendizaje matemático.
- Como consecuencia, la introducción de la idea de variable de tarea y su relación con la demanda cognitiva.

Todos estos aspectos que constituyen el marco conceptual serán tenidos en cuenta en nuestro estudio.

Esta investigación se sitúa en un marco cualitativo, ya que se intenta describir, decodificar e interpretar los significados de los sucesos que ocurren en un contexto social particular, tratando de obtener una visión del fenómeno considerado que no puede ser recogida por investigaciones cuantitativas. Coherentemente con ello, y con el marco conceptual adoptado, se han considerado unas fuentes de datos y unos métodos analíticos compatibles con esos presupuestos. Por último, mencionar que la fiabilidad y validez de la investigación cumplen los requisitos de la investigación cualitativa en la que se sitúa, encontrando más adecuados los términos de veracidad, autenticidad y consistencia para valorar dichas condiciones en un estudio que no pretende ser extrapolable o generalizable.

3. MÉTODO

Participantes

La muestra participante en este estudio está constituida por dos profesores pertenecientes a la Universidad de Sevilla, concretamente, al departamento de Didáctica de las Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la Educación que imparten docencia en el Máster MAES en la especialidad de Matemáticas, concretamente, en la asignatura Aprendizaje y enseñanza de las materias de Matemáticas. Desde hace tres cursos con este que se impartió el MAES al igual que la asignatura por primera vez, han sido ellos los encargados de dar docencia en la asignatura Aprendizaje y enseñanza de las materias de Matemáticas. Ambos profesores poseen una destacada trayectoria tanto docente como investigadora, a parte tienen experiencia docente en Educación Secundaria. Se puede decir que para la selección de la muestra no se han utilizado técnicas estadísticas pues se ha llevado a cabo un muestreo no probabilístico obteniendo la muestra por conveniencia o intencionadamente.

El contexto

El contexto de nuestro estudio es el Máster Universitario en Profesorado en Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas (MAES) en la especialidad de Matemáticas, y, concretamente, la asignatura Aprendizaje y enseñanza de las materias de Matemáticas perteneciente al módulo específico del MAES. Este Máster, verificado por la AGAE/ANECA, es una enseñanza universitaria oficial ofertada e impartida desde el curso académico 2009-2010 en la Universidad de Sevilla.

El MAES posee una función esencial: otorga las atribuciones profesionales necesarias que habilitan para el ejercicio de Profesor en los niveles educativos señalados. Imparte, por ello, la formación pedagógica y didáctica y los conocimientos,

las competencias, las destrezas y las habilidades exigidas por la normativa vigente a los futuros profesores de estos niveles educativos.

Sin embargo, como particularidad el Máster MAES de la especialidad de Matemáticas esta compartido entre la Facultad de Matemáticas y el Departamento de Didáctica de las Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la Educación, es decir, los créditos están divididos entre ambos.

La forma de trabajo

Los profesores parten de una trayectoria de formación previamente acordada dentro de las líneas generales establecidas por el grupo de trabajo de su departamento. La trayectoria sigue unos presupuestos constructivistas adoptados dentro del grupo en el que se pretende que el alumno construya su conocimiento (Figura 2).

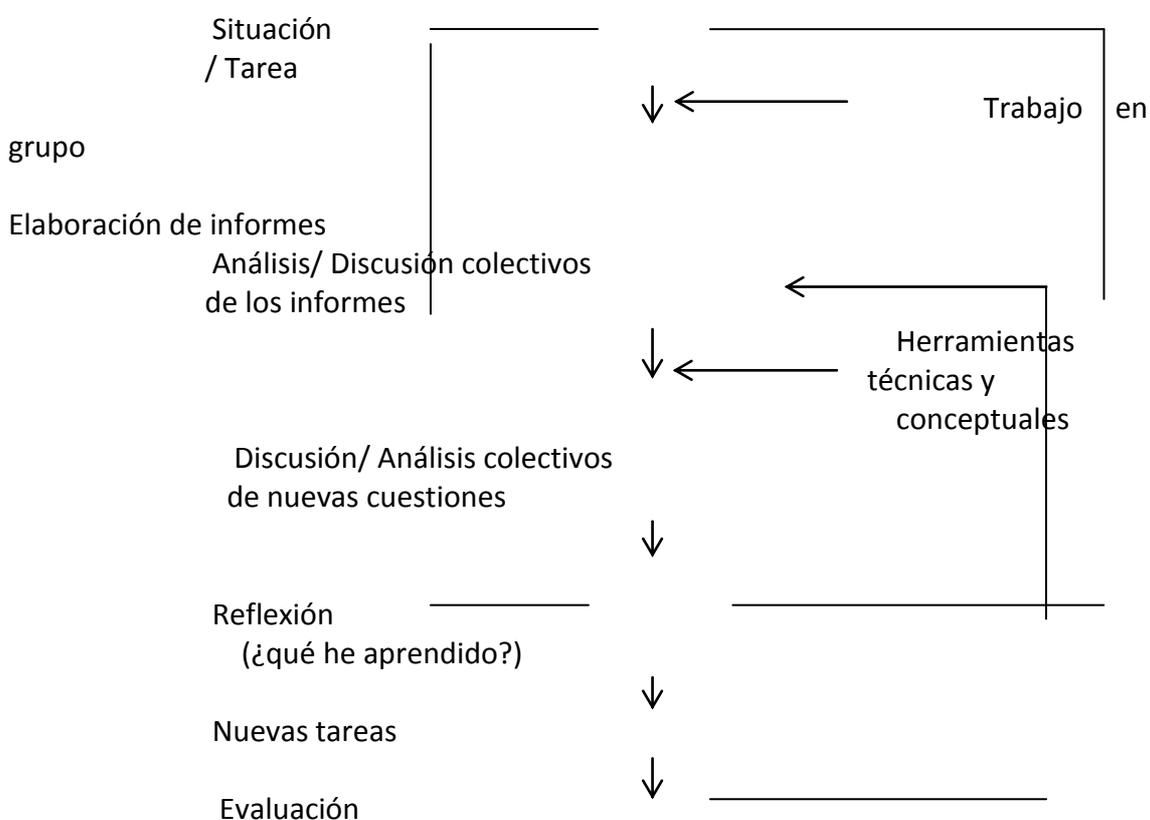


Figura 2. Esquema de una trayectoria de formación (García, 2000, p. 63).

A continuación, se describirán las componentes del itinerario que diseñaron para la formación:

La tarea-situación

La tarea-situación se diseñó teniendo en cuenta dos dimensiones a su vez que sería por una parte la actividad que tendrían que realizar los estudiantes para profesores, pues el profesor es un profesional de la enseñanza y como tal debe manejar una serie de tareas profesionales que tienen que desarrollar los profesores, y por otra parte lo que es el contenido matemático como objeto de enseñanza-aprendizaje en el nivel de Secundaria que se pretende trabajar.

Abordando esas dos dimensiones, la tarea-situación adoptó la forma de caso en la que se refleja por un lado el contenido y por otro las tareas profesionales que tienen después que desarrollar como profesores.

Concretamente, un docente desarrolló el contenido de relaciones funcionales y la tarea profesional de organizar y planificar el contenido matemático para la enseñanza (Tarea 1), y el otro docente trató el contenido de formas y figuras y sus propiedades y la tarea profesional de analizar e interpretar las respuestas (orales o escritas) de los alumnos y diseño de tareas matemáticas (Tarea 2).

En la primera tarea (Tarea 1) se trataba el análisis y diseño de tareas matemáticas sobre dependencia funcional. Para esta tarea se utilizaba una colección de problemas matemáticos sobre el tema de la dependencia funcional extraídos de libros de texto de Secundaria y Bachillerato de varias editoriales, y se incluían una serie de preguntas que pretendían potenciar la discusión conjunta y la respuesta colectiva y que los miembros de cada grupo estableciesen una referencia de partida consensuada.

En la segunda tarea (Tarea 2), el contenido incluía el análisis e interpretación de las respuestas de estudiantes a tareas matemáticas sobre figuras 3-dimensionales. Para esta tarea se recogieron una serie de distintas producciones de alumnos en conversación con el profesor resolviendo un problema matemático propuesto sobre figuras 3-dimensionales y, como en la tarea anterior, se incluían una serie de preguntas que pretendían potenciar la discusión conjunta y la respuesta.

Las herramientas conceptuales que formaban parte del diseño de ambas tareas se proporcionaron a los estudiantes a través de diferentes artículos e información directa por parte del formador de profesores. Estas tareas fueron implementadas durante siete semanas. Cada profesor empleó siete sesiones de dos horas para llevar a cabo su diseño de aprendizaje.

Recogida de datos

Para la recogida de datos del proyecto global se utilizaron diferentes técnicas: entrevistas, recogida de materiales de profesores y grabaciones en los diferentes grupos de alumnos. En particular, para los objetivos aquí presentados las fuentes de datos fueron las entrevistas a los profesores y las tareas planteadas por los mismos. Las grabaciones a los grupos de todas las sesiones en esta parte de la investigación tenían como objetivo triangular la información obtenida con las otras fuentes de datos. A continuación se detalla cada una de ellas.

En este estudio se ha optado por la entrevista semiestructurada, entendida como un diálogo basado en una lista de cuestiones o temas que se quieren explorar en el curso de la misma (Patton, 1983; Goetz y LeCompte, 1988). Es decir, la entrevista proporciona un marco dentro del cual debíamos plantear cuestiones, secuenciar dichas cuestiones y tomar decisiones sobre en qué informaciones se necesitaba profundizar. En concreto, se han realizado tres entrevistas individuales semiestructuradas con cada profesor; inicial, de planificación y final, cada una de las cuales tenía unas características propias, por lo que vamos a pasar a profundizar un poco más en cada una de ellas.

- Entrevista inicial: Es una entrevista centrada en los antecedentes biográficos matemáticos del profesor con el objetivo de obtener una información global sobre el perfil y la actuación del profesor.

- **Entrevista de planificación:** Es una entrevista centrada en la justificación y aclaración de la planificación prevista (objetivos, resultados de aprendizaje esperados, contenido, tipo de actividad, interacción, roles, recursos, etc). El objetivo de esta entrevista es obtener información sobre los aspectos que nos van a permitir identificar los elementos clave para conocer la secuencia de aprendizaje que han planificado.
- **Entrevista final:** En esta entrevista se trata de obtener justificaciones y aclaraciones de lo realizado, desde el punto de vista del profesor (reflexión sobre la acción).

Todas las entrevistas se grabaron en audio, la inicial y final tuvieron una duración media de 30 minutos y la de planificación de 60 minutos. Una vez finalizada la entrevista de planificación, esta se reconstruyó en un documento de manera que reprodujera la secuencia de aprendizaje de cada profesor para posteriormente entregárselas a los docentes con el fin de que la verificaran o indicaran alguna modificación para la comprensión de la secuencia de aprendizaje.

Además, se recogieron las tareas que los profesores han planteado a los alumnos y que han formado parte del diseño de aprendizaje de cada profesor, de este modo, podremos obtener más información sobre la secuencia de actividades de aprendizaje y el nivel de demanda cognitivo de cada tarea. Y las grabaciones en los diferentes grupos de todas las sesiones que empleó cada profesor, que fueron siete clases de dos horas para cada uno de ellos.

Análisis de datos

El análisis de datos que se realiza en este estudio adopta una perspectiva cualitativa. Por tanto:

- se ha aplicado análisis de contenido de la información obtenida a través de las diferentes técnicas de recogida de datos de las que se han obtenido posteriores transcripciones (entrevistas a los profesores y grabaciones a los grupos), utilizando la técnica clásica de identificación de unidades de análisis, siguiendo un proceso inductivo de identificación temática y posterior clasificación.
- se han analizado las tareas recogidas en base a los elementos didácticos matemáticos en juego y las relaciones que se establecen entre ellos.

En el caso de las transcripciones de las entrevistas realizadas a los profesores, se buscaron indicadores en relación a sus posiciones sobre la asignatura considerada, su aprendizaje y su enseñanza, que nos permitieran identificar las características específicas que conformaban estos aspectos, y obtener los elementos del diseño del aprendizaje de cada profesor para conocer la secuencia de aprendizaje que han planificado.

El sistema de categorías para las actividades mencionado en el marco, nos permitieron analizar las diferentes actividades de aprendizaje y las tareas que las constituían, conformando así el diseño de aprendizaje de cada profesor. Posteriormente, para identificar los patrones de actividades de aprendizaje apoyándonos en el análisis de Marcelo et al. (2011) se realizó una segunda

codificación de los datos, que nos permitieron obtener los patrones de secuencias de actividades de aprendizaje.

Por otro lado, las transcripciones de las grabaciones a los diferentes grupos, en esta parte de la investigación, tenían como finalidad ver de qué manera los argumentos proporcionados por el profesor tienen relación con la conducta seguida en el aula, y por tanto, la unidad de análisis ha sido el tipo de intervenciones de los profesores en los grupos.

Finalmente, el análisis de tareas se emplea en las investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje con muy distintos fines. Por ejemplo, como parte de los procedimientos de evaluación cognitiva (Wittrock & Baker, 1998), como parte de la práctica docente (García & Llinares, 1994; Godino, Batanero & Font, 2003), entre otras muchas finalidades.

En nuestro caso, consideramos el análisis de tareas como un medio de acceder a la demanda cognitiva que estas plantean en el estudiante. La adaptación mencionada en el marco ha sido el esquema de análisis de las tareas, en función de los contenidos y relaciones establecidas en cada uno determinaremos posibles niveles de demanda. En concreto, dentro de cada tarea buscamos unidades de análisis que me informen de sus implicaciones, si era o no ambigua y si establecía conexiones con otros contenidos.

4. RESULTADOS

A continuación, pasamos a describir los resultados de este trabajo, estructurados en base a las preguntas de investigación que nos habíamos planteado. Sobre el diseño de aprendizaje, los resultados del análisis realizado según se ha indicado en el apartado anterior nos permitieron identificar los patrones de cada profesor.

El diseño de aprendizaje del profesor 1 está constituido por una presentación inicial en la que ofrece información general sobre el curso y la manera de trabajar, la cual se enmarca dentro de la clasificación en una actividad comunicativa que sería de presentación. Posteriormente, el profesor realiza una exposición de las ideas teóricas que se van a trabajar, correspondiendo con una actividad asimilativa de conocimiento de la temática de estudio. Y finalmente, los alumnos se ponen a trabajar en grupos sobre un caso práctico (Tarea 1) que les plantea el profesor para posteriormente elaborar un informe con la resolución del mismo, por lo que se encontraría en líneas generales dentro de una actividad productiva. Según esta secuencia de aprendizaje descrita por el profesor en la entrevista y de cómo se sitúan las diferentes tareas de aprendizaje en la secuencia, nos permite obtener el siguiente patrón de secuencia de actividades de aprendizaje iniciado por una actividad comunicativa, seguida de una actividad asimilativa y una última actividad productiva, y que se repite a lo largo de todas las sesiones.



Figura 3. Secuencia de aprendizaje del Profesor 1.

El profesor 2 presenta inicialmente una actividad comunicativa de presentación de la asignatura y, a continuación entrega el caso práctico (Tarea 2) a los alumnos que

tienen que resolver en grupo con las ideas previas que ellos tengan elaborando una presentación Power Point; esto sería una actividad productiva de elaboración de presentación. Posteriormente, los grupos tienen que exponer y debatir en clase entre todos, aprovechando la profesora este debate para realizar aclaraciones y explicaciones sobre el tema, por lo que se encontraría en una actividad comunicativa de debate o puesta en común. Finalmente, concluido el debate, tienen que volver a realizar el mismo caso teniendo en cuenta todas las ideas introducidas en el debate y elaborando un informe final. Esto volvería a ser una actividad productiva pero en este caso de elaboración de informe. Por tanto, según esta secuencia de aprendizaje descrita por el profesor en la entrevista y de cómo se sitúan las diferentes tareas de aprendizaje en la secuencia nos permite obtener el siguiente patrón de secuencia de actividades de aprendizaje constituido por dos actividades productivas, una al inicio y otra al final, y una actividad comunicativa intercalada.



Figura 4. Secuencia de aprendizaje del Profesor 2.

Hay dos aspectos relevantes de estos resultados que queremos destacar.

El primero de ellos es que estas dos secuencias de aprendizaje identificadas en cada profesor no se encuentran entre los patrones de secuencias de aprendizaje dados por Marcelo et al. (2011), por tanto, estaría aportando otras secuencias de aprendizaje diferente a los identificados en sus trabajos.

El segundo es que ambos profesores comienzan con una actividad comunicativa puntual como es la presentación de la asignatura. Pero el esquema ASI-PROD del profesor 1 se repite cada sesión de clase (por lo que se podría hablar de un esquema ligado a una sesión), mientras que el esquema PROD-COM-PROD se desarrolla a lo largo del curso (secuencia ligada a todas las sesiones).

Por tanto, ambos profesores presentan un patrón de secuencias de actividades de aprendizaje que incorpora nuevas secuencias de aprendizaje a las ya identificadas. Queremos destacar que en estos resultados se ha puesto de manifiesto que, a pesar de las declaraciones recogidas en la entrevista inicial de ambos profesores de asumir como forma de trabajo el esquema presentado en la Figura 2, cambia en la práctica la forma de tenerlo en cuenta, dando lugar a las dos mencionadas secuencias.

Pasamos a continuación a centrarnos en aquellas actividades que incorporaban tareas, procediendo a mostrar la identificación realizada según lo mencionado en nuestro marco. En nuestro caso, las tareas formaron parte de las 'Actividades Productivas' en la secuencia identificada para cada profesor.

Así, la tarea 1 (análisis y diseño de tareas matemáticas sobre dependencia funcional) incorporada a la actividad productiva por el Profesor 1, se encontraría en alto nivel de demanda, pues en ella se pueden apreciar caracterizaciones de este nivel:

- Enfocan la atención de los estudiantes sobre el uso de procedimientos con el propósito de desarrollar niveles de comprensión más profundos sobre las ideas y conceptos que se utilizan.

Esta caracterización se puede ver en la demanda de la siguiente pregunta, por ejemplo:

2.- Análisis desde el punto de vista de la interpretación (Leinhardt, G., Stein, M. K. & Zaslavky, O., 1990): Para cada tarea identificamos:

1.1 Interpretación local: si/no Preguntas:.....
1.2 Interpretación global: si/no Preguntas:.....
1.3 Interpretación: cuantitativa/cualitativa

Figura 5. Apartado 2 de la Tarea 1.

En esta pregunta tienen que usar los conceptos o contenidos didáctico de las matemáticas como puede ser en este caso en concreto la idea teórica de interpretación, que ellos tienen que manejar para comprenderla.

- Requieren algún grado de esfuerzo cognitivo. Aunque los procedimientos generales pueden ser seguidos, esto no puede hacerse sin pensar. Los estudiantes necesitan implicarse con las ideas conceptuales que subyacen en el procedimiento para realizar la tarea con éxito y esto desarrolla comprensión.

Esta caracterización se puede ver en la demanda de la siguiente pregunta, por ejemplo:

4.- Diseña (o selecciona de libros de texto...) dos tareas sobre el concepto de derivada de manera que:

4.1.- La primera tarea facilite en el estudiante la construcción del concepto como forma de conocer acción, pero no requiera más (hay que identificar que “acción” aparece involucrada).

4.2.- La segunda tarea facilite en el estudiante la construcción del concepto como forma de conocer proceso. Hay que identificar la forma de conocer acción del concepto que se interiorizará como proceso.

Figura 6. Apartado 4 de la Tarea 1.

En esta pregunta los alumnos tienen que diseñar tareas que cumplan unos requisitos basados en las ideas teóricas que han trabajado, por tanto, se le requiere implicarse con esas ideas para poder realizar la tarea.

De igual modo, la tarea 2 (análisis e interpretación de las respuestas de estudiantes a tareas matemáticas sobre figuras 3-dimensionales y diseño de tareas matemáticas) incorporada a la actividad productiva por el Profesor 2, se encontraría en alto nivel de demanda, pues en ella también se pueden apreciar caracterizaciones de este nivel.

- Enfocan la atención de los estudiantes sobre el uso de procedimientos con el propósito de desarrollar niveles de comprensión más profundos sobre las ideas y conceptos que se utilizan.

Esta caracterización se puede ver en la demanda de la siguiente pregunta, por ejemplo:

3.- Tomando como base el análisis anterior, tratad de clasificar las diferentes respuestas dadas por los estudiantes.

Figura 7. Apartado 3 de la Tarea 2.

En esta pregunta tienen que manejar los conceptos o contenidos didáctico de las matemáticas como puede ser en este caso en concreto el conocimiento de un modelo de enseñanza y aprendizaje sobre la geometría de aspectos de visualización dentro de la geometría, que ellos tienen que interpretar y organizar determinadas cosas que vienen ahí. Con esto se persigue que el alumno comprenda la herramienta que está manejando.

- Requieren algún grado de esfuerzo cognitivo. Aunque los procedimientos generales pueden ser seguidos, esto no puede hacerse sin pensar. Los estudiantes necesitan implicarse con las ideas conceptuales que subyacen en el procedimiento para realizar la tarea con éxito y esto desarrolla comprensión.

Esta caracterización se puede ver en la demanda de la siguiente pregunta, por ejemplo:

Se trata de elegir un contenido matemático que aparezca en el currículo de la Educación Secundaria y diseñar una colección de tareas para la enseñanza de dicho contenido.

Figura 8. Apartado de la Tarea 2.

En esta pregunta los alumnos tienen que tener en cuenta, por un lado, el modelo teórico de van Hiele y un artículo que trata de la demanda cognitiva de una tarea, para hacer la selección de una tarea, a la vez también intervienen sus conocimientos. Aquí ellos tienen que ver cómo aplican esas ideas teóricas o herramienta teóricas a la selección de la tarea.

Como podemos ver ambas tareas tienen el mismo nivel de demanda cognitiva y las mismas caracterizaciones, y eso es debido a que cómo dijimos en anteriores apartados, los profesores parten de un itinerario acordado dentro de las líneas generales establecidas por el grupo de trabajo del departamento.

Finalmente, podemos ver como la demanda cognitiva de las tareas se puede unir a los patrones de secuencias de actividades de aprendizaje identificados, aportando información sobre el potencial de aprendizaje de la tarea a través de la dicha demanda cognitiva de la misma.

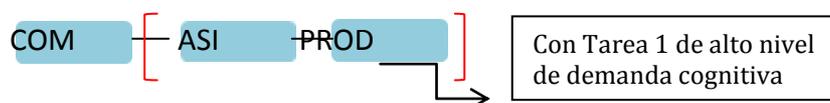


Figura 9. Secuencia de aprendizaje del Profesor 1 con demanda cognitiva.

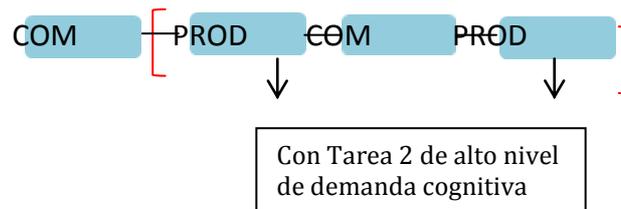


Figura 10. Secuencia de aprendizaje del Profesor 2 con demanda cognitiva.

5. CONCLUSIONES

En relación a los objetivos, retomando nuestras preguntas de investigación podemos decir que la clasificación de Marcelo et al. (2011, 2012) nos ha permitido identificar el tipo de diseño, ampliando los diseños identificados por estos autores con nuevos diseños que permiten apreciar la diversidad de la práctica docente universitaria. En ellos se aprecia:

- como algunos elementos básicos se encadenan de diferentes formas para dar origen a nuevos diseños.
- como a pesar de tener unos planteamientos iniciales comunes cada profesor concreta su práctica en un diseño diferente.
- como la incorporación del análisis de tareas a las actividades en las que éstas están presentes ayuda a apreciar lo que dichas tareas demandan al alumno.

Además, el trabajo presentado permite dar un paso más en la caracterización de los diseños, al tratarse en este caso de tareas didáctico matemáticas que se sitúan en la intersección de los campos sociales y matemáticos.

Así mismo, la adaptación hecha al marco de Smith y Stein (1998) nos ha permitido analizar las tareas didáctico matemáticas aunque pensamos que es preciso una mayor particularización del marco en el que se recojan características o elementos de forma minuciosa para poder realizar un exhaustivo análisis de las tareas. Se ha puesto de manifiesto la complejidad de las tareas planteadas por los profesores participantes, que se sitúan en un nivel cognitivo alto.

Por último, mencionar que se había pensado realizar grabaciones en vídeo de las sesiones en el aula para recoger todo el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula, pero por motivos de rechazo de los alumnos se tuvo que desechar.

En cuanto a las perspectivas de futuro, se podría extender el análisis a más profesores lo que podría aportar una información más detallada de los procesos de enseñanza-aprendizaje que se desarrollan en el MAES. Pues este trabajo no ha pretendido en ningún caso generalizar sino simplemente acercarse a la realidad de unos alumnos con unos profesores en un aula concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bailey, C., Fill, K., Zalfan, M.T., Davis, H.C., Conole, G. & Olivier, B. (2006). Panning for gold: designing pedagogically-inspired learning nuggets. *Educational Technology and*

- Society*, 9 (1), 113–22.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc.
- Conole, G. (2007). Describing learning activities. Tools and resources to guide practice. In H. Beetham & R. Sharpe (Eds.), *Rethinking pedagogy for a digital age: Designing and delivering e-learning* (pp. 81-91). Oxon: Routledge.
- García, M. & Llinares, S. (1994). Algunos referentes para analizar tareas matemáticas. *SUMA*, 18 (1994), 13-23.
- García, M. (2000). El aprendizaje del estudiante para profesor de matemáticas desde la naturaleza situada de la cognición: Implicaciones para la formación inicial de maestros. En C. Corral & E. Zurbano (Eds.), *Propuestas metodológicas y de evaluación en la Formación Inicial de los Profesores del Área de Didáctica de la Matemática*, (pp. 55-79). Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Goetz, J. P. & LeCompte, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.
- Koper, R. & Olivier, B. (2004). Representing the Learning Design of Units of Learning. *Educational Technology & Society*, 7 (3), 97-111.
- Koper, R. (2005). An Introduction to Learning Design. In R. Koper & C. Tattersall (Eds.), *Learning Design. A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training* (pp. 3-20). New York: Springer.
- Koper, R. & Bennett, S. (2008). Learning Design: Concepts. In H. H. Adelsberger, J. M. Pawlowski, Kinshuk & D. Sampson (Eds.), *Handbook on Information Technologies for Education and Training* (pp. 135-154). Heidelberg: Springer.
- Laurillard, D. (1993). *Rethinking University Teaching: A Framework for the Effective Use of Educational Technology*. London: Routledge.
- Marcelo, C. (1987). *El pensamiento de los profesores*. Barcelona: Ceac.
- Marcelo, C., Yot, C., Sánchez, M., Murillo, P. & Mayor, C. (2011). Diseñar el aprendizaje en la universidad: identificación de patrones de actividades. *Profesorado*, 15 (2), 181-198.
- Marcelo, C., Yot, C., Mayor, C., Sánchez, M., Murillo, P., Rodríguez, J. M. & Pardo, A. (2012). Las actividades de aprendizaje en la enseñanza universitaria: ¿hacia un aprendizaje autónomo de los alumnos?. *Revista de Educación*, 363 (Enero-abril), DOI: 10-4438/1998-59X-RE-2012-363-191.
- Mayes, H. & de Freitas, S. (2007). Learning and e-learning: The role of theory. In H. Beetham & R. Sharpe (Eds.), *Rethinking pedagogy for a digital age: Designing and delivering e-learning* (pp. 13-25). Oxon: Routledge.
- Nativa, N. & Goodyear, P. (Eds.). (2002). *Teacher Thinking, Beliefs and Knowledge in Higher Education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Patton, M. (1983). *Qualitative Evaluation Methods*. Beverly Hills: Sage.
- Penalva, M. C. & Llinares, S. (2011). Tareas matemáticas en la educación secundaria. En J. M. Goñi (Coord.), *Didáctica de las Matemáticas* (pp. 27-52). Barcelona: GRAO.
- Sánchez, V. (1990). *Conocimiento y socialización en profesores de matemáticas de Primaria*. Sevilla: GID.
- Silver, E. A. & Stein, M. K. (1996). The QUASAR Project: The “revolution of the possible” in mathematics instructional reform in urban middle schools. *Urban Education*, 30, 476-521.
- Smith, M.S. & Stein, M.K. (1998). Selecting and Creating Mathematical Tasks: From

- Research to Practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3 (5), 344- 350.
- Stein, M., Smith, M., Henningsen, M. & Silver, E. (2000). *Implementing Standards based Mathematics Instruction*. New York: Teachers College Press.
- Toscano, R. (2011). *Profundizando en el diseño de enseñanza y aprendizaje de docentes de formación de profesores de Educación Secundaria*. Trabajo Fin de Master. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla.
- Wittrock, M. & Baker, E. (1998). *Test y cognición. Investigación cognitiva y mejora de las pruebas psicológicas*. España: Paidós.

FUENTES ELECTRÓNICAS

- Conole, G. & Fill, K. (2005). A learning design toolkit to create pedagogically effective learning activities. *Journal of Interactive Multimedia Education*, 8. <http://www-jime.open.ac.uk/2005/08/>
- Godino, J. P., Batanero, C. & Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Departamento de Didáctica de las Matemáticas. Universidad de Granada. <http://www.ugr.es/local/jgodino/>

