

Uso Integrado de Moodle y GeoGebra en la Enseñanza de la Geometría

Natalia Ruiz López¹

Resumen

En este artículo se describe el proceso formativo llevado a cabo con un grupo de alumnos del Grado de Magisterio en Educación Primaria, de la Universidad Autónoma de Madrid, en una materia donde se estudian contenidos de Geometría y Medida y su didáctica. A través de la plataforma de e-learning Moodle se ha organizado un curso donde los alumnos han seguido una metodología activa combinando la enseñanza presencial con el trabajo autónomo on-line. Además, se ha desarrollado un Taller semanal con el software de geometría dinámica GeoGebra que ha permitido al alumnado adquirir competencias geométricas y didácticas y superar algunos obstáculos que la metodología estática tradicional no ayuda a erradicar.

Palabras-clave: Moodle. Formación de profesorado. Competencias geométricas y didácticas. GeoGebra.

Abstract

This article describes the training process conducted with a group of students of the degree "Teacher in Primary Education", Autonomous University of Madrid, in topics Geometry, Measurement and Teaching. A course through Moodle e-learning platform was organized, where students followed a methodology combining active learning with autonomous on-line work. In addition, we developed a weekly workshop with the dynamic geometry software GeoGebra that allowed students to acquire geometric and teaching skills and to overcome some obstacles that traditional static approach does not help to eradicate.

Keywords: Moodle. Teacher training. Geometric and didactic competencies. GeoGebra.

¹ Facultad de Formación de Profesorado y Educación, Universidad Autónoma de Madrid (España).

Introducción

En España, los estudiantes de Magisterio en Educación Primaria necesitan reforzar la adquisición de competencias matemáticas y didáctico-matemáticas. Concretamente, se detectan problemas especialmente en la comprensión geométrica, en la utilización del lenguaje específico y en las actitudes y creencias de los alumnos hacia las matemáticas y su enseñanza (Gutiérrez; Jaime, 1996). Fernández-Blanco (2011) resume la situación de la siguiente manera: “Desde una perspectiva formativa nuestra investigación ha revelado las importantes carencias de los estudiantes para maestro en cuanto a conocimiento común y avanzado del contenido de visualización y razonamiento espacial. Se deriva por tanto la necesidad de diseñar, implementar y evaluar acciones formativas específicas para promover la mejora de dichos conocimientos” (Fernández-Blanco, 2011, p. 438).

Esta situación nos ha llevado a desarrollar, en la facultad de Formación de Profesorado y Educación de la Universidad Autónoma de Madrid, una investigación para analizar el desarrollo de competencias geométricas y didácticas mediante el uso del software de geometría dinámica (SGD) GeoGebra (Ruiz-López, 2012). Para ello se ha realizado un diseño cuasi-experimental pretest-postest con grupo de control no equivalente donde se comparaban dos grupos de estudiantes que siguieron un mismo proceso formativo, pero utilizando metodologías distintas.

El grupo control siguió un curso de geometría y su didáctica basado en una metodología tradicional que combinaba la resolución de problemas geométricos mediante lápiz y papel con el análisis de situaciones y recursos didácticos. El grupo experimental estudió los mismos contenidos didáctico-geométricos, pero los problemas geométricos que el grupo control resolvió con lápiz y papel los trabajaron mediante el SGD GeoGebra. Elegimos este software libre por sus especiales características que lo hacen accesible a todos y muy adecuado para la enseñanza de la Geometría, además de permitir relacionar esta rama de las matemáticas con otras (Hohenwarter; Jarvis; Lavicza, 2009). Según González-López

(2001) el uso de un SGD en la enseñanza de la geometría cambia la naturaleza del conocimiento que se trabaja respecto al contexto de lápiz y papel. Modifica la forma en que se ejerce la actividad matemática e influye en el cambio de las concepciones y el aprendizaje que realizan los estudiantes.

Resumiendo, uno de los objetivos de la investigación era contestar a la pregunta: ¿La utilización de GeoGebra favorece el desarrollo de competencias geométricas y didácticas en el alumnado del Grado de Magisterio en Educación Primaria con respecto al recurso “lápiz y papel”?

En este artículo vamos a limitarnos a describir el proceso formativo llevado a cabo con el grupo experimental del estudio, diseñado para que los futuros profesores de Primaria superen los obstáculos de aprendizaje de la geometría a través de una metodología activa y el uso de Tice.² Este proceso tiene una parte común con la intervención realizada sobre el grupo control y una parte específica, implementada solamente con el grupo experimental. En la parte formativa común hemos utilizado la plataforma Moodle,³ que nos permite organizar el trabajo desarrollado en las sesiones presenciales y complementarlo con el trabajo no presencial. En la parte específica hemos usado GeoGebra,⁴ que facilita el aprendizaje de conceptos y relaciones entre las figuras de una forma dinámica y ayuda a enfrentarse al temor que produce al alumnado el proceso de resolución de problemas.

Organización de la materia Matemáticas y su Didáctica II

La asignatura Matemáticas y su Didáctica II es una materia obligatoria de 6 créditos ECTS⁵ que se imparte durante el primer semestre de 2º curso del Grado de Magisterio en Educación Primaria. Tiene como objetivos principales:

² Tice: Tecnologías de la Información y la Comunicación aplicadas a la Educación.

³ <<http://docs.moodle.org>>.

⁴ GeoGebra es un software libre accesible en la página web: <<http://www.geogebra.org>>.

⁵ European Credit Transfer System. Es una unidad de medida de cada materia en función de las horas de trabajo que requiere un estudiante para superarla. En la UAM se ha estimado que 1 ECTS equivale a 25 horas de trabajo del alumno.

- Consolidar la formación matemática necesaria que permita dominar los contenidos geométricos y de medida básicos que configuran el currículo de Educación Primaria y saber introducir didácticamente los contenidos estudiados.
- Adquirir destreza en la resolución de problemas de Geometría.
- Conocer los obstáculos, dificultades y errores que se producen en el aprendizaje de la Geometría en Primaria.
- Conocer los medios, materiales y recursos usuales en la enseñanza-aprendizaje de la Geometría y la medida.
- Adquirir destrezas en el empleo de instrumentos, técnicas y material didáctico necesarios para construir la Geometría.
- Aprender a diseñar situaciones didácticas para el aprendizaje de la Geometría.

La metodología empleada con el grupo experimental de nuestro estudio integra clases teóricas, clases prácticas, actividades complementarias (talleres para conocer materiales y recursos didácticos), tutorías (sesiones individuales o en grupos pequeños) y el Taller de GeoGebra semanal (sesiones de 90 minutos donde los estudiantes resuelven problemas de geometría en parejas en el aula de informática). Además es necesario complementar esto con el aprendizaje autónomo del alumno académicamente dirigido por el profesor.

Para organizar estos diferentes métodos docentes se emplea la plataforma de e-learning Moodle: los alumnos disponen de un curso on-line para acceder desde casa o desde el aula de informática a todos los documentos, trabajos, tareas y actividades desarrollados en la asignatura. En la Figura 1 puede verse la captura de pantalla de la plataforma utilizada en el curso 2010-2011.

Las 150 horas totales que componen la asignatura se distribuyen en 90 horas de trabajo no presencial y 60 horas presenciales que se desarrollan a lo largo de 16 semanas de clase. En Moodle se dispone de un calendario y un foro para noticias donde se van anunciando las distintas actividades, los plazos para la entrega de tareas, etc.

Figura 1 – Captura de pantalla del curso Moodle

Participantes

Actividades

- Foros
- Recursos
- Tareas
- Wikis

Buscar en los foros

Búsqueda avanzada Ir

Administración

- Calificaciones
- Desmatricular en Did Mat II (262)
- Perfil

Mis cursos

- MATEMÁTICAS Y SU DIDÁCTICA II (Grupo 262)
- MATEMÁTICAS Y SU DIDÁCTICA II (Grupo 272)
- Natalia Ruiz
- Desarrollo del pensamiento matemático - 1º Grado INF (Grupo T1)
- Matemáticas y su Didáctica I - 1º Grado PRI (grupo T1)
- Todos los cursos ...

Novedades

GUÍA DOCENTE

Aquí encontrarás toda la información necesaria sobre la asignatura *Matemáticas y su Didáctica II*: contenidos, objetivos, profesores que la imparten, métodos de enseñanza, evaluación, cronograma, bibliografía, etc.

- Guía docente Matemáticas y su Didáctica II
- Foro de la asignatura
- Decreto de Enseñanzas Mínimas de la Ed. Primaria

CALIFICACIONES FINALES

En el enlace tenéis la lista de notas del curso.

La nota de evaluación continua es la suma de las notas obtenidas en las actividades complementarias, las prácticas de geogebra y la actividad realizada en Moodle (cada apartado se puntúa sobre 1). La nota máxima es un 3.

La nota máxima en el examen es 7. La nota final es la suma de las calificaciones de ev. continua y del examen.

La revisión del examen será el jueves 3 de Febrero de 16h a 20h, en el despacho II-307.

Examen extraordinario

La convocatoria extraordinaria de Matemáticas y su Didáctica II será el día 14 de Junio, martes, a las 16h en el aula II-301.

1

TEMA 1- Introducción Histórica

Lee este documento sobre el Tema 1 reflexionando sobre su contenido. Contesta a las preguntas que se formulan en él dentro de los recuadros de **investigación y ampliación**.

- Tema 1
- Wiki Tema 1

LOS SEIS LIBROS DE LA GEOMETRÍA

2

TEMA 2- Geometría elemental del plano


En el siguiente documento se propone un repaso por los contenidos elementales de Geometría plana. Resuelve los problemas propuestos (algunos conceptos que puedes haber olvidado se recuerdan en los enunciados dentro de un recuadro).

 [Tema 2- Geometría elemental del plano](#)

Taller de GeoGebra

Introducción a GeoGebra. Realiza las actividades guiadas del siguiente enlace, te introducirán en el manejo del software de geometría dinámica GeoGebra. Después de realizar hasta el punto 1.11 "Redefine" deberás hacer la construcción que se pide en el ejemplo del final del módulo. Guarda la construcción en un archivo y súbelo a Moodle.

 [Introducción a GeoGebra](#)

 [Práctica 1](#)

 [Práctica 7](#)

Como la práctica 7 y la 11 las habéis hecho en parejas, basta con que un miembro de la pareja suba el archivo a Moodle (con el nombre de las dos personas).


 [Práctica 11 \(teorema de Pitágoras\)](#)

 [Encuesta sobre GeoGebra](#)

Enlaces interesantes

 [Geometría dinámica para Ed. Primaria](#)

 [Áreas de polígonos](#)

 [Clasificación de los ángulos](#)

Actividad complementaria- Taller de Tangram

Después de realizar la actividad complementaria, te propongo las siguientes actividades de ampliación sobre Tangram. Para ello utiliza la plantilla que encontrarás en el documento adjunto y construye tu propio tangram. Esta actividad es voluntaria y puedes entregarla en papel.

 [Actividades con Tangram](#)



3

TEMA 3- Circunferencia y círculo

 [Tema 3](#)


Enlaces interesantes

 [El número Pi](#)

 [Ángulos en una circunferencia para Ed. Primaria](#)

Actividad complementaria- Taller de Geoplanos

Utiliza estos enlaces para contestar a las preguntas del documento actividades con Geoplanos.

 [Geoplano cuadrangular](#)

 [Geoplano circular](#)

 [Geoplano triangular](#)






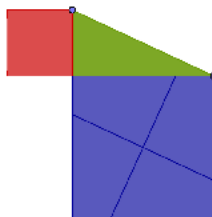
4

TEMA 4- Relaciones métricas en un triángulo

Tema 4

Enlaces interesantes

-  Test de autoevaluación de semejanzas
-  Teorema de Pitágoras
-  Demostración T* Pitágoras

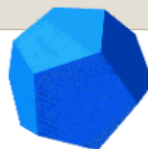







5

TEMA 5- Geometría del espacio

Estudiar el siguiente documento extraído de los libros: "*Geometría y su Didáctica para maestros*" y "*Medida y su Didáctica para maestros*" del proyecto Edumat-Maestro (<http://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/welcome.htm>)

Tema 5

**Enlaces interesantes**

-  Área y volumen del cubo
-  Prismas y antiprismas
-  Área de prismas rectos
-  Pirámides
-  Volumen de una pirámide

Actividad complementaria- Taller actividades plano-espacio

En este enlace tienes la presentación en power-point de las actividades que realizamos en la activ. complementaria: la caja del pastelero y geometría con un rollo de papel.

 Actividades de geometría para Primaria

6

Tema 6- Enseñanza de la Geometría en Primaria

Lee este documento extraído del libro "Geometría y su Didáctica para maestros" de J. Godino.

Tema 6- Enseñanza de la Geometría en Primaria

En el siguiente documento encontrarás una recopilación de medios y recursos para la enseñanza de la geometría (con enlaces para que puedas explorarlos). Muchos de ellos ya los hemos ido conociendo a lo largo del curso en los talleres de act. complementarias.

Medios y Recursos para la Enseñanza de la Geometría

En el siguiente documento encontrarás el desarrollo de una Unidad didáctica para 4º de Primaria relacionada con los contenidos de geometría y medida. Puede servirte de modelo para la futura elaboración de U.D. del área de matemáticas y para los periodos de prácticas en colegios.

U.D. cuerpos geométricos- 4º EP

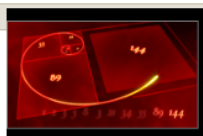


Enlaces interesantes

Mirad este vídeo (creado por Cristóbal Vila, duración 3' 44") donde se puede apreciar la relación entre números, geometría y naturaleza. Quien quiera profundizar sobre las matemáticas que hay detrás puede hacerlo en la página cuyo enlace está debajo.

Nature by numbers- La película

La teoría detrás de la película



La colección de vídeos Dimensions nos lleva hasta la cuarta dimensión. El primer capítulo trata sobre Geometría esférica, su relación con la geografía y la cartografía. Explica las coordenadas terrestres (longitud y latitud) y cómo se representa la Tierra sobre un plano usando la proyección estereográfica. Los otros capítulos se van complicando, pero son muy recomendables de ver para vosotros. En la página principal se puede encontrar toda la información para entender bien cada capítulo (la guía del primer capítulo la tenéis en el enlace debajo de la película)

Dimensions (Capítulo 1: 14')

Guía del capítulo 1

Otros vídeos para la enseñanza de la Geometría

El proceso formativo

Para diseñar el proceso formativo que presentamos aquí nos basamos en investigaciones donde se muestra que no es posible que los futuros profesores empleen métodos de enseñanza activos con sus alumnos si ellos mismos no los han experimentado en su forma de trabajo (Barrantes, 1995). Nuestra experiencia docente en formación de profesorado corrobora esta afirmación así como las opiniones ampliamente expresadas de nuestro alumnado. Los principios que hemos seguido para ello son:

- Potenciar el trabajo colaborativo entre los alumnos, ya sea en gran grupo, en pequeños grupos o en parejas. En gran grupo, se ha ido realizando a lo largo del curso una wiki para recoger toda la información encontrada y seleccionada por los alumnos sobre los aspectos histórico-didácticos de la Geometría que

se les ha planteado en el Tema 1. Para realizar esta actividad ha sido muy valiosa la plataforma Moodle, que facilita la creación de wikis de forma sencilla. Otras actividades realizadas colaborativamente han sido los talleres didácticos, la elaboración de unidades didácticas y la resolución de problemas geométricos de investigación (mayoritariamente realizados en parejas).

- Potenciar el trabajo autónomo del alumnado: se les han ofrecido materiales y recursos para que ampliaran y profundizaran en aspectos de la didáctica de la geometría. También Moodle ha sido una herramienta fundamental para esto, ya que ha permitido a los alumnos acceder a todo el material desde su casa o el aula de informática en cualquier momento.
- Potenciar la reflexión crítica del alumnado: los debates e intercambios de ideas se han utilizado siempre que la ocasión lo ha requerido, tanto para discutir cuestiones geométricas, como metodológicas o didácticas. La herramienta que ha facilitado poder realizar estos debates durante las horas de trabajo no presencial ha sido el foro de Moodle. En él los alumnos han compartido sus dudas y reflexiones con sus compañeros y la profesora, creando un ambiente de confianza que ha permitido un clima que fomenta la participación de la mayoría de los estudiantes.
- Emplear el método de resolución de problemas. Se ha intentado siempre que los propios alumnos sean los que resuelvan los problemas planteados y expliquen sus procesos de resolución a sus compañeros. Se ha dedicado especial atención al uso del lenguaje geométrico apropiado y a encontrar y discutir distintos procedimientos de resolución. También a la comprobación y formalización de la solución obtenida. El papel de la profesora en este tipo de actividades ha consistido en orientar y guiar a los alumnos, dejando la iniciativa en sus manos. Se ha tratado de fomentar su autoconfianza para que superen el temor al error y su dificultad de explicar apropiadamente los procedimientos seguidos. Moodle también ha ayudado en este fin ya que permite a la profesora evaluar cada una de las tareas propuestas de forma que los alumnos tienen una retroalimentación inmediata de sus producciones y esto les permite ir alcanzando los objetivos propuestos progresivamente.

- Utilizar materiales y recursos manipulativos, tanto materiales como virtuales. La gran mayoría del alumnado no conoce la riqueza de medios y recursos que existe para la enseñanza de la geometría en Primaria. Por eso es preciso que no sólo se realice una descripción de dichos recursos, sino que ellos mismos los utilicen y manipulen para entender su utilidad y posibles aplicaciones didácticas. Este trabajo se ha realizado en las sesiones de actividades complementarias. En Moodle se han recogido todos los recursos virtuales utilizados de forma que los estudiantes pudieran acceder a ellos desde cualquier sitio en todo momento.

Como vemos, la plataforma Moodle ha resultado una herramienta fundamental para poder implementar en el curso la metodología descrita más arriba y facilitar la participación del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este caso el uso de TICE está perfectamente justificada e integrada en la docencia de la asignatura como recomienda Atrio (2011a)

Los talleres didácticos

Como hemos comprobado a lo largo de nuestra experiencia docente, los materiales didácticos pueden ser muy útiles para favorecer aprendizajes; sin embargo, no son suficientes por sí solos. Quienes confieren la utilidad a los materiales son, por una parte, el profesor que propone y motiva actividades con ellos en un momento determinado (observaciones, construcciones, transformaciones, etc.) y, por otra parte, los alumnos con su actuación. Si se produce esta relación, el material puede servir de intermediario entre el pensamiento del niño y el del maestro, complementando o sustituyendo las explicaciones según los casos; por el contrario, si no se produce esta interrelación, el material no pasa de ser un objeto más.

Para el aprendizaje de la Geometría, el alumno debe experimentar las relaciones y propiedades de los objetos geométricos independientemente de la posición que ocupan en el plano o el espacio. La enseñanza estática de esta rama de las matemáticas, que ha sido el método tradicionalmente más utilizado

mediante el empleo del lápiz y el papel o la pizarra y la tiza como únicos recursos didácticos, refuerza falsas creencias de los alumnos sobre la forma de las figuras asociada a la posición que ocupan (Ruiz-López, 2011a). Por eso hemos elegido para los talleres de recursos didácticos algunos materiales manipulables y virtuales que evitan la asociación entre figuras planas o sólidos y su posición en el plano o espacio, ya que permiten desplazar las figuras, comprobando qué propiedades permanecen invariantes a pesar del movimiento.

Se han impartido cuatro talleres en los que hemos elegido algunos recursos y análisis de actividades que estuvieran relacionados con los temas del programa de la asignatura que estaban estudiándose en ese momento. El primer taller se ocupó del Tangram, el segundo del Geoplano, el tercero mostró distintas formas de trabajar las relaciones entre el plano y el espacio; por último, el cuarto taller se centró en los recursos virtuales que podemos incluir bajo el epígrafe Manipuladores Virtuales.

Los talleres se han desarrollado en el tiempo dedicado a actividades complementarias. Los alumnos se dividían en dos subgrupos que realizaban el taller en semanas consecutivas. Cada subgrupo disponía de 2 horas para la realización del taller didáctico que se realizaba en el aula específica, denominada seminario o laboratorio de matemáticas, donde se cuenta con los recursos apropiados para todos los alumnos. El último taller se realizó en el aula de informática de la facultad, ya que era necesario el uso de ordenadores.

En los talleres primero y segundo se presentaron distintos tipos de materiales y se pidió la construcción de algunos modelos. Además se propuso el análisis de varias secuencias de actividades apropiadas para alumnos de primaria. Este análisis se realizó en parejas o tríos, que recogían sus conclusiones en un documento que era entregado al finalizar la sesión. Además se propusieron actividades de ampliación que estaban disponibles en Moodle, de forma que los alumnos voluntariamente podían realizarlas como parte de su trabajo individual fuera de las clases presenciales. En el tercer taller se trabajó en gran grupo, combinando la construcción y manipulación de materiales con la reflexión didáctica. El cuarto taller didáctico trató de dar a conocer los distintos

manipuladores virtuales que pueden utilizarse para la enseñanza de la geometría en educación Primaria. En una de las aulas de informática de la facultad de Formación de Profesorado los alumnos pudieron explorar, en parejas, la página de la universidad de Utah⁶ donde se recogen una gran variedad de applets de java clasificados por grados (cursos del sistema educativo de EEUU). En esta página hay recursos virtuales para todos los bloques temáticos de las matemáticas en la etapa obligatoria. También estos recursos quedaron disponibles en Moodle para que los estudiantes pudieran seguir explorándolos y utilizándolos en el diseño de sus unidades didácticas.

El Taller de GeoGebra

Numerosas investigaciones han concluido que los SGD pueden ayudar a los estudiantes a superar bloqueos y falta de seguridad al enfrentarse a la resolución de problemas geométricos, a la vez que les facilita realizar conjeturas y visualizar propiedades. Esto es así porque los entornos de geometría dinámica producen una nueva clase de geometría. En esta geometría con ordenador, las figuras quedan determinadas mediante su proceso de construcción y su comportamiento cuando se someten a “arrastres” (Forsythe, 2007). En el papel, un objeto geométrico (un polígono, por ejemplo) es estático. Sin embargo, en la pantalla del ordenador un polígono construido con GeoGebra es bastante diferente. No está fijado estáticamente en el espacio y su comportamiento depende del método usado en su construcción (Olive, 2000). Estas cualidades de la geometría dinámica son las que intentamos potenciar en el taller de GeoGebra que implementamos en el curso 2010-2011.

El periodo de tiempo en el que se realizó el taller fue de octubre a diciembre de 2010, en sesiones semanales de 90 minutos de duración. Las sesiones se llevaban a cabo en un aula de informática con 30 ordenadores, donde

⁶ Página de Manipuladores Virtuales accesible en el enlace: <http://nlvm.usu.edu/es/nav/topic_t_3.html>.

los alumnos estaban organizados en 25 parejas estables. Cada pareja trabajaba siempre junta realizando las actividades propuestas. Los emparejamientos los realizaron los propios alumnos, según su afinidad personal y no se tuvieron en cuenta razones académicas para ello.

En cada sesión se proponía a los alumnos la realización de una práctica o de varias. Las prácticas eran problemas geométricos que estaban planteados dentro del temario de la asignatura y que a veces se resolvían también con métodos tradicionales de lápiz y papel. Cada pareja guardaba al final de cada sesión, en un dispositivo portátil, los archivos de GeoGebra que se iban generando. Algunas actividades las tuvieron que subir a Moodle como tarea que sería calificada dentro de la evaluación continua del curso.

Para preparar el taller de GeoGebra, se realizó un taller piloto el curso anterior, con alumnos de la misma asignatura de la diplomatura de Magisterio de Educación Primaria. Esta experiencia previa nos permitió estudiar el tipo de actividades que podrían ser más adecuadas, los errores más comunes que cometían los alumnos, la ventaja de trabajar individualmente o en parejas y la opinión de los estudiantes sobre el SGD GeoGebra (Ruiz-López, 2011b). Vamos a exponer ahora los resultados más relevantes obtenidos en el taller piloto de GeoGebra:

- 1 – La visión dinámica de la geometría ayuda a realizar conjeturas y visualizar posibles soluciones a problemas.
- 2 – Trabajar en parejas y tener que comunicar sus resultados mejora el uso del vocabulario geométrico y su comprensión.
- 3 – GeoGebra permite a los estudiantes comprobar fácilmente propiedades y relaciones entre las figuras que son difíciles de realizar con lápiz y papel.
- 4 – Alumnos poco motivados en matemáticas encuentran en GeoGebra un estímulo para intentar resolver problemas y persistir en encontrar soluciones.
- 5 – GeoGebra resulta fácil de usar a la mayoría de los estudiantes, una vez que se familiarizan con la herramienta, y no supone un obstáculo añadido.

Algunas dificultades que hemos observado deben ser tenidas en cuenta para el futuro: los estudiantes no utilizan desde el principio la naturaleza dinámica de GeoGebra debido a sus experiencias previas de aprendizaje estático durante muchos años. Por eso es necesario que el uso de este software, o de otros SGD, no se limite a algunas sesiones aisladas, sino que sea una herramienta habitual en la clase de geometría.

Estas conclusiones nos han servido para el diseño del Taller de GeoGebra que se realizó durante el curso 2010-2011. Veamos ahora como se estructuró este taller describiendo las sesiones de trabajo:

La primera sesión fue diferente al resto porque se realizó una actividad de familiarización con GeoGebra, ya que los estudiantes no conocían este SGD. Para que todos los alumnos dispusieran de un ordenador, se dividió al grupo en dos partes y cada subgrupo realizó la actividad en sesiones consecutivas. El resto de las sesiones se desarrollaron de forma similar siguiendo este esquema: la profesora proponía la actividad que había que realizar, normalmente el enunciado era alguno de los problemas de la lista propuesta en el tema que se estaba estudiando en ese momento en la asignatura. La profesora mostraba una construcción de GeoGebra que servía de ejemplo, a veces se mostraba la construcción completa (aunque no se explicaban los pasos precisos para realizarla) y otras veces sólo se sugería como empezar. Después de la explicación inicial se dejaba a las parejas realizar autónomamente la práctica y la profesora iba contestando a las dudas y problemas que le iban surgiendo a cada pareja. Se hacía énfasis reiteradamente en que los alumnos utilizaran el carácter dinámico de GeoGebra, comprobando siempre que las construcciones se mantenían cuando eran sometidas a “arrastres”, ya que en el taller piloto habíamos observado las dificultades que mostraban los estudiantes en este sentido.

De la lista de actividades que se propusieron en el Taller de GeoGebra, organizadas en 14 prácticas, la mayoría son problemas del temario de la asignatura adaptados al trabajo con un SGD. También se incluyeron las prácticas

realizadas en el taller piloto. Se realizó una clasificación de estas 14 prácticas según las siguientes categorías: actividades de construcción de figuras, actividades de comprobación de propiedades y actividades de conjetura e investigación.

Según González-López (2001) las actividades en las que se pide construir una figura geométrica exigen al alumno hacer explícitas un mínimo de propiedades geométricas necesarias para describir formalmente la figura. Si la construcción no es correcta, bastará con arrastrarla para comprobar qué propiedades no cumple. Cuando se plantea explorar, conjeturar o comprobar determinadas propiedades con un SGD hay que realizar una construcción que debe verificar ciertas hipótesis. La actividad exploratoria corresponde a arrastrar por la pantalla del sistema los elementos libres de la construcción geométrica y observar las invariancias que se producen. El SGD sirve para realizar comprobaciones experimentales, ver si encontramos un contraejemplo de la conjetura o, por el contrario, observar que se cumple para todas las posiciones de la figura, pero esto no constituye una prueba formal ni tampoco podemos esperar que el SGD sea un elemento inspirador de dicha prueba. Existen investigaciones que ponen de manifiesto que los SGD pueden constituir un obstáculo en este sentido, ya que los alumnos no perciben la necesidad de demostrar algo que es visualmente evidente. Por eso, en el Taller de GeoGebra hemos tenido muy en cuenta distinguir las actividades de comprobación de propiedades de las demostraciones formales y siempre se ha enfatizado esta diferencia.

Después de finalizado el Taller pasamos una encuesta a los estudiantes para recabar su opinión sobre el software y la metodología de trabajo empleada. Resulta muy esperanzador comprobar que los alumnos creen que GeoGebra puede ser una herramienta que les ayude a mejorar su aprendizaje de la Geometría y además les sirva en su futura labor de profesores de matemáticas en la etapa de Primaria. Como muestra recogemos aquí la opinión de una alumna del taller que resume muchas otras:

“Creo que es un acierto dedicar una sesión semanal de la asignatura al taller de GeoGebra porque no solo ayuda a entender la geometría sino que también se aprende a dar clase a nuestros futuros alumnos”.

Conclusiones

Volviendo sobre la pregunta que nos planteábamos como uno de los objetivos de la investigación, podemos responder que GeoGebra favorece la adquisición de competencias geométricas y didácticas en los futuros maestros frente al recurso lápiz y papel. Llegamos a esta conclusión al analizar los resultados obtenidos en el postest de los grupos experimental y control respecto a los del pretest.⁷ Después de realizar un Ancova se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($\text{sig}=0.037<0,05$). Esto nos permite recomendar que se integren éste u otros SGD similares en la docencia de las matemáticas en la formación de profesorado de primaria para intentar paliar los déficits de los que hablábamos en la introducción.

Además, tanto el grupo experimental como el control mejoraron significativamente sus resultados en el postest respecto del pretest ($\text{sig}=0.000$), lo que indica que el proceso formativo común implementado en ambos es una herramienta valiosa para promover la adquisición de conocimientos didáctico-geométricos y que puede ser trasladado a otros entornos de aprendizaje matemático relacionados con la formación de profesores.

Por otra parte, el uso de Moodle actúa como una red social y genera unas posibilidades de intercambio de información y generación conjunta de conocimiento que puede mejorar sustancialmente los procesos educativos. En este sentido Atrio (2011b) apunta lo siguiente: “La mayoría de las redes sociales que se han popularizado hasta la fecha no han calado entre los docentes. Su uso pedagógico es aún residual y las incertidumbres éticas, los miedos tecnológicos y la resistencia al cambio, hace que todavía muchos docentes y centros formativos no contemplen sus posibilidades pedagógico-educativas.”(Atrio, 2011b.

⁷ La prueba que sirvió de pretest y postest estaba compuesta de ítems que medían las competencias geométricas y didácticas de los futuros maestros obtenidas del estudio internacional TEDS-M: <<http://teds.educ.msu.edu>>.

p.315). Sin embargo, creemos que es preciso introducir estas herramientas en la práctica docente del profesorado para que puedan convertirse en propulsoras de un cambio metodológico necesario para acercar la escuela a la sociedad actual.

Referencias

ATRIO, S. Presentación del monográfico. In: ATRIO, S. (Coord.). Tecnología Educativa en Iberoamérica. Revista Educación y Futuro, (25), 11, 2011a.

ATRIO, S. Redes sociales: moda o tendencia social. In: GALLEGO, D.; ALONSO, C.; CACHEIRO, M. L. Educación, Sociedad Y Tecnología. Madrid: Editorial Ramón Areces, 2011b. p. 312. Cap. 12.

BARRANTES, M. La Geometría en la formación de profesores de Primaria. Paper presented at the La Formación del Profesorado de Ciencias y Matemáticas en España y Portugal. Badajoz (España). 1995. P 49-54. Disponible en: <<http://www1.unex.es/eweb/dcem/L95FormProfEspyPort.pdf#page=61>>.

FERNÁNDEZ-BLANCO, T. Una aproximación ontosemiótica a la visualización y al razonamiento espacial. Tesis no publicada. Universidad de Santiago de Compostela, España. 2011. Disponible en: <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/69993>>.

FORSYTHE, S. Learning geometry through dynamic geometry software. Mathematics Teaching Incorporating Micromath, (202), 31-35, 2007.

GONZÁLEZ-LÓPEZ, M. J. La gestión de la clase de Geometría utilizando sistemas de Geometría dinámica. In: GÓMEZ, P.; RICO, L. (Eds.). Iniciación a la investigación en didáctica de la matemática. Homenaje al profesor Mauricio Castro. 2001. p. 277-290. Granada: Universidad de Granada. Disponible en: <<http://www.uv.es/apregeom/archivos2/homenaje/00Indice.PDF>>.

GUTIÉRREZ, A.; JAIME, A. Uso de definiciones e imágenes de conceptos geométricos por los estudiantes de Magisterio. In: GIMÉNEZ, J.; LLINARES, S.; SÁNCHEZ, V. (Eds.). El proceso de llegar a ser un profesor de primaria. Cuestiones desde la educación matemática. Granada: Comares, 1996. p. 143-170. (Colección Mathema nº 8).

HOHENWARTER, M.; JARVIS, D.; LAVICZA, Z. Linking geometry, algebra, and mathematics teachers: GeoGebra software and the establishment of the international GeoGebra institute. The International Journal for Technology in Mathematics Education, 16(2), 83, 2009.

LABORDE, C.; CAPPONI, B. Cabri-Géomètre constituant d'un milieu pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique. *Recherches en Didactique del Mathématiques*, 14(12), 165-210, 1994.

OLIVE, J. Using dynamic geometry technology: Implications for teaching, learning and research. *Proceedings of TIME 2000 – an International Conference on Technology in Mathematics Education*. Auckland, New Zealand, 2000. p. 226-235.

RUIZ-LÓPEZ, N. Medios y recursos para la enseñanza de la Geometría en la educación obligatoria. *Didácticas Específicas*, (3), 13-27, 2011a. Disponible en: <<http://www.didacticasespecificas.com/files/download/3/articulos/30.pdf>>.

RUIZ-LÓPEZ, N. GeoGebra workshop for the initial teacher training in primary education. Paper presented at the *Technology and its Integration into Mathematics Education*. *Proceedings of Time 2010*. Málaga, 2011b. Retrieved from: <<http://www.time2010.uma.es/Proceedings/>>.

RUIZ-LÓPEZ, N. Análisis del desarrollo de competencias geométricas y didácticas mediante el software de geometría dinámica GeoGebra en la formación inicial del profesorado de Primaria. Tesis doctoral no publicada. Universidad Autónoma de Madrid, España, 2012.

Recebido em: 17/1/2013

Aceito em: 5/2/2013