

**Nuestra experiencia en la enseñanza y la evaluación de la  
geometría a través del uso de tecnologías digitales en la  
formación inicial de profesores en matemática**

Desideri, Graciela María Departamento de Matemática, Universidad Nacional del Sur (UNS),  
Bahía Blanca, Argentina [graciela.desideri@uns.edu.ar](mailto:graciela.desideri@uns.edu.ar)

Cocilova, Ana Inés Departamento de Matemática, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía  
Blanca, Argentina [cocilova@uns.edu.ar](mailto:cocilova@uns.edu.ar)

## 1. Introducción

Los avances tecnológicos y digitales impactan transversalmente a las sociedades en un proceso continuo de creatividad, investigación, innovación y cambio, cuyos efectos alcanzan diversos aspectos de la vida cotidiana y, también, generan algunos cuestionamientos. Dado que la educación no es ajena a ese contexto, nos sentimos interpeladas como formadoras de formadores del siglo XXI. Consideramos necesario atender el requerimiento de que los docentes construyan en su formación inicial herramientas conceptuales que posibiliten su futuro desempeño en las aulas, las cuales, ineludiblemente, estarán atravesadas por las tecnologías digitales. En el caso de la matemática, no podemos desatender las oportunidades didácticas que brindan los softwares de geometría dinámica, en particular el GeoGebra. Cuando nos hicimos cargo de la cátedra de Geometría (axiomática), asignatura cuatrimestral incluida en el tercer año del plan de estudios del Profesorado en matemática de la UNS, nos preguntamos: ¿Cómo organizar y gestionar los procesos de estudio relacionados a la geometría en la formación inicial de los profesores en matemática? ¿Cómo naturalizamos el uso del software GeoGebra como medio didáctico? Dar respuestas a estos interrogantes implica pensar dichos procesos desde su propia complejidad. A partir de la incorporación paulatina del software GeoGebra y de competencias digitales, hemos vivido experiencias como docentes que nos motivan a compartir algunas reflexiones a través de este trabajo.

## 2. Posicionamiento docente

En el año 2011 nos hicimos cargo del dictado de la asignatura Geometría, cuyo programa analítico se puede resumir en el estudio de la Geometría plana euclídea desde el enfoque axiomático y una breve introducción a otras geometrías. Para elaborar un curso autocontenido que repasara todos los temas teóricos previstos, elegimos de bibliografía principal los libros de Escobar Acosta y de Tirao (1979). Si bien no está contemplado el uso de softwares matemáticos en ese programa analítico, desde el principio trabajamos con la convicción que en la formación inicial de un profesor en matemática deben estar incluidas las nuevas tecnologías digitales como herramientas de enseñanza.

Iniciamos ese camino bajo un paradigma clásico: considerar a las TIC como un anexo a los dictados tradicionales de los cursos. En el caso de Geometría, se complementaron las construcciones geométricas (regla y compás) con visualizaciones dinámicas. Este proceso se llevó a cabo utilizando el software GeoGebra y solo comprendía algunos momentos puntuales durante el transcurso del cuatrimestre.

Nuestro paradigma cambió ante la concurrencia de tres situaciones casi simultáneas:

- ○ Tomamos conocimiento de que diferentes especialistas, a nivel mundial, manifestaban la necesidad de atender a una formación en competencias digitales de los futuros docentes y accedimos a las publicaciones de Hernández (2012) y de Kharbach (2015).
- ○ Accedimos al artículo de Álvarez Alfonso, Ángel Bautista, Carranza Vargas y Soler-Alvarez (2014) que plantea la importancia de los procesos de conjeturación y validación.
- ○ GeoGebra lanza su versión beta para dispositivos móviles, lo que permite independizarse de la restricción física del acceso al laboratorio.

En la evolución de nuestro paradigma pasamos de considerar al GeoGebra una herramienta TIC a una TAC, herramienta para favorecer el aprendizaje, e implementamos su empleo en los alumnos de forma tal de naturalizarlo.

Una vez afianzado este modelo y valorado positivamente, incorporamos paulatinamente otras

competencias digitales.

### **3. Nuestra experiencia: evolución metodológica**

#### **3.1. Primera etapa: 2011-2013**

##### **3.1.1. Primeros objetivos**

Planificamos el curso con un modelo tradicional (teoría seguida de práctica) para alcanzar los objetivos previstos en el programa analítico de la asignatura: familiarizar al alumno con la evolución histórica de la geometría, sus conceptos básicos y sus técnicas; motivar el estudio de la Geometría euclídea del plano y su fundamentación axiomática; estudiar las propiedades fundamentales de los objetos de esta geometría; introducir otras geometrías.

Como anexo a ese modelo tradicional, nos proponemos que los alumnos adquieran conocimiento del uso básico de las herramientas que proporciona el GeoGebra aplicadas a la geometría.

##### **3.1.2. Clases**

En esta etapa, el dictado del curso se divide, en clases teóricas y prácticas. La estrategia didáctica consiste en exponer primero los conceptos teóricos y luego afianzar el aprendizaje con su aplicación, promoviendo la participación en clase. Se proporciona a los alumnos una guía de trabajos prácticos (TP) con ejercicios, en su mayoría, de estructura clásica (se proporcionan datos o hipótesis y se requiere resolución de incógnitas, construcciones geométricas o demostraciones). A esta guía la complementamos con dos trabajos en Laboratorio (TL) que constan de ejercicios de observación del efecto gráfico de las transformaciones rígidas en el plano aplicadas sobre polígonos construidos por los propios alumnos utilizando el GeoGebra. Con tal fin, facilitamos a los alumnos una breve descripción de algunas herramientas básicas de construcción geométrica, desde la vista gráfica, y de transformaciones rígidas que proporciona el software y su uso.

Todas las clases teóricas y la mayoría de las prácticas se dictan en un aula estándar, con el auxilio de pizarra y de los elementos tradicionales de geometría: regla y compás. Solo una semana trasladamos las clases prácticas al Laboratorio de Matemática para que los alumnos trabajen en los TL con el GeoGebra, programa que pedimos se instalara en todas las computadoras.

Cada TP incluye una sección de “Ejercicios para pensar y entregar”, EPPE, que tiene por objetivo adicional el estímulo a los alumnos de mantener un ritmo de estudio constante de la asignatura. La entrega de los EPPE es optativa, pero la incentivamos con la distribución de hasta 20 puntos extras a sumar a la instancia correspondiente de parcial. Las fechas de entrega tienen en cuenta los bloques temáticos que comprende cada parcial y las vamos estableciendo de acuerdo con avance que observamos en las clases prácticas.

##### **3.1.3. Evaluación**

La cursada se evalúa por medio de dos instancias de examen parcial y un recuperatorio. Cada examen se califica de 0 a 100 puntos, requiriéndose 60 puntos para su aprobación individual. Esta distribución de puntajes se mantiene en todas las etapas. Cada alumno que opta por entregar los ejercicios EPPE tiene la posibilidad de sumar el puntaje obtenido por estos a los puntos alcanzados en el parcial.

##### **3.1.4. Impacto observado en los alumnos**

La utilización del GeoGebra no tuvo repercusión significativa en los alumnos. Sin embargo, los EPPE tuvieron un efecto positivo, los alumnos casi en su totalidad participaron de la propuesta. Les resultó beneficioso obtener esos puntos, pues a muchos de ellos les valió la aprobación de la cursada.

#### **3.2. Segunda etapa: 2014-2016**

##### **3.2.1. Los objetivos evolucionan**

En esta etapa, el modelo de aprendizaje se basa en la terna exploración – conjeturación – validación que permite, a nuestro entender, mayor diversidad de competencias a desarrollar por parte de los alumnos en su aprendizaje de la matemática.

Conscientes de que los alumnos que estamos formando serán quienes enseñen, a futuro, esta geometría que hoy están aprendiendo, no solo en el contenido sino también en las formas, y contando con la posibilidad que genera el GeoGebra de ser instalado en dispositivos móviles, nos proponemos naturalizar en los alumnos la utilización de softwares matemáticos, en este caso el GeoGebra, como un elemento más del aprendizaje.

### **3.2.2. Clases**

Para hacer frente a este nuevo modelo, nos abrimos a pensar en esta situación como una oportunidad de reemplazar el lápiz y el papel por el GeoGebra y naturalizar su uso como un verdadero medio didáctico (TAC) para propiciar aprendizajes y fomentar la comprensión con otro enfoque de enseñanza.

Los TP contienen tanto ejercicios de estructura clásica como otros de exploración que conllevan la construcción de figuras de hipótesis, elaboración de conjeturas y su validación a partir de ciertos datos iniciales por parte de los propios alumnos.

Esta modificación de la forma de trabajo en las clases prácticas afecta la presentación de algunos temas teóricos: se introduce la problemática en el formato exploración, con los alumnos elaborando conjeturas, en las prácticas y luego, en las clases teóricas, se recuperan las conjeturas de cada alumno y se demuestran formalmente.

En esta etapa decidimos prescindir de los EPPE porque consideramos que los ejercicios de exploración en cada TP son suficientes para motivar en los alumnos un ritmo de estudio constante de la asignatura.

Todas las clases prácticas se dictan en el Laboratorio de Matemática, donde están instaladas las últimas actualizaciones del GeoGebra.

### **3.2.3. Evaluación**

La cursada se evalúa por medio de dos instancias de examen parcial y un recuperatorio. Estos exámenes son representativos de los TP, es decir, incluyen tanto ejercicios de estructura clásica como de exploración, y se toman en el Laboratorio de Matemática.

### **3.2.4. Impacto en los alumnos**

Ex – alumnos nuestros de esta etapa trasladaron el modelo de aprendizaje exploración – conjeturación – validación bajo el cual estudiaron en Geometría a sus prácticas docentes en distintas áreas de la matemática, adaptándolo a distintos grados de dificultad y rigor lógico según la temática y el curso que les tocaba dictar en el Nivel Medio del sistema de enseñanza argentino.

## **3.3. Tercera etapa: 2017-2018**

En esta etapa las clases se desarrollan de manera similar a la etapa anterior.

### **3.3.1. Se complementan los objetivos**

En esta etapa se mantienen tanto los objetivos como el modelo de aprendizaje establecidos en la segunda etapa.

De la interacción con los alumnos de la cursada 2017, surge la incorporación del trabajo en grupo en procesos evaluativos, lo que genera la necesidad de que los alumnos desarrollen competencias complementarias (organizativas, comunicacionales, digitales).

### **3.2.2. Evaluación**

La cursada se evalúa por medio de dos (2017) o tres (2018) instancias de examen parcial y un

recuperatorio. Cada examen se divide en dos partes: una primera parte presencial, individual y escrita (con ejercicios de estructura clásica y de exploración) que contempla el 80% del puntaje total, y una segunda parte semi-presencial y grupal que representa el 20% del puntaje total de esa instancia de parcial.

Los grupos se forman antes de cada parcial a elección de los alumnos con el único límite de no superar tres integrantes. En un primer momento, el trabajo a desarrollar por los grupos consiste en resolver problemas dados por la cátedra (2017); ya en 2018, se proponen consignas de trabajo en las que cada grupo debe elaborar un problema con ciertos requerimientos dados, resolverlo y elaborar una presentación escrita de los mismos, que debe entregarse en formato impreso (que a veces incluyó el trabajo con materiales concretos) y en una copia digital vía Moodle. La fecha de entrega de cada trabajo grupal no excede los cinco días posteriores a la fecha de la primera parte del parcial correspondiente.

Las primeras partes de los parciales y los recuperatorios se toman en el Laboratorio de Matemática.

#### **3.3.4. Impacto observado en los alumnos**

El haber incorporado el trabajo en grupos produjo impactos positivos en la adquisición y desarrollo de competencias complementarias por parte de los alumnos: el trabajo grupal les implicó organizarse, tomar decisiones y buscar otros medios de comunicaciones (trabajo colaborativo en documentos compartidos de google como ejemplo); además generó, en algunos de los alumnos, la inquietud de aprender a usar procesadores de texto para la escritura matemática, en particular el Latex (asistieron a talleres, aprendieron a exportar gráficos de GeoGebra al Latex, etc). Consideramos que estos son aspectos importantes para la formación digital del futuro docente.

Evaluamos muy positivamente que los alumnos pudieron elaborar sus propios materiales didácticos.

También ex – alumnos nuestros de esta etapa trasladaron el modelo de aprendizaje exploración – conjeturación – validación bajo el cual estudiaron en Geometría a sus prácticas docentes en el Nivel Medio en distintas áreas de la matemática e incluso un par de ellos lo utilizó en un poster expuesto en un congreso de educación.

### **3.4. Cuarta etapa: En desarrollo (2019)**

#### **3.4.1. Las competencias digitales son un objetivo más**

En esta etapa se mantienen tanto los objetivos como el modelo de aprendizaje establecidos en la tercera etapa.

Con la experiencia adquirida en cursos anteriores y la convalidación de nuestras propuestas en etapas anteriores, en el curso en desarrollo pretendemos que los alumnos ensayen propuestas atractivas de comunicación audiovisual.

Nuestro interés es incorporar competencias digitales con el fin de que le sean útiles a los alumnos ya no solo en el aprendizaje de la geometría, sino en su formación inicial como profesores de matemática.

#### **3.4.2. Clases**

Se incrementa el número de clases teórico-prácticas incorporando el formato taller.

#### **3.4.3. Evaluación**

La primera parte se mantuvo sin variaciones a lo largo del tiempo; la segunda parte de la evaluación ha ido evolucionando y cuenta con el apoyo del Moodle como medio para entregar los archivos digitales.

Incorporamos desde las consignas de la segunda parte la elaboración y entrega de un video de corta duración además del material anterior. Aquí se da un espacio de creatividad al alumno y obliga a planificar el uso del tiempo para comunicar efectivamente la propuesta.

## Referencias bibliográficas

Álvarez Alfonso, I., Ángel Bautista, L., Carranza Vargas, E., y Soler-Alvarez, M. N. (2014). Actividades Matemáticas: Conjeturar y argumentar. *NÚMEROS, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 85, 75-90. Recuperado de <http://www.sinewton.org/numeros/>

Escobar Acosta, J. *Elementos de Geometría*. Recuperado de <http://matematicas.udea.edu.co/~jescobar/Geometria/>

Hernández, J. (2012, 16 de junio). 33 Habilidades Digitales del Docente del Siglo XXI. [Publicación en blog]. Recuperado de <http://creaconlaura.blogspot.com/2012/06/las-33-habilidades-digitales-que-todo.html>

Kharbach, M. (2015, 2 de marzo). The 20 Digital Skills Every 21st Century Teacher Should Have [Publicación en blog]. Recuperado de <https://www.educatorstechnology.com/2012/06/33-digital-skills-every-21st-century.html>

Tirao, J. A. (1979). *El plano*. Buenos Aires, Argentina: DOCENCIA.