

Recibido: 26/03/2018

Aceptado: 09/07/2018

Aprendiendo Geometría Descriptiva con el apoyo de GeoGebra

Learning Descriptive Geometry with the support of GeoGebra

Jorge Calderón

Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ciencias Aplicadas y Humanísticas
jorgelcs@ula.ve

Beatriz Sandia

Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ciencias Aplicadas y Humanísticas
bsandia@ula.ve

Como citar este artículo:

Calderón, J. y Sandia, B. (2018). Aprendiendo Geometría Descriptiva con el apoyo de GeoGebra,
Vol 3 N°2, pp. 8 - 18.

Resumen: El presente trabajo plantea una metodología didáctica, para la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría Descriptiva, apoyada en el uso de GeoGebra, específicamente para el dictado de la asignatura Sistemas de Representación 10 de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Los Andes. Dicha metodología tiene como fundamento los postulados de la teoría cognitiva del aprendizaje, el aprendizaje significativo mediante el uso de organizadores previos, el modelado y la práctica asistida, y la vinculación permanente entre la realidad 3D y su representación plana, fomentando el enlace 3D-2D a partir de la percepción del estudiante. Cada una de las situaciones didácticas previstas contempla el uso de la herramienta computacional GeoGebra, aprovechando sus virtudes como recurso de uso libre y sus prestaciones técnicas y educativas. La propuesta tiene como ámbito de aplicación el dictado de la unidad curricular Sistemas de Representación 10, asignatura teórico-práctica obligatoria para todas las especialidades ofrecidas por la Universidad de Los Andes.

Palabras clave: Geometría Descriptiva, Geometría Dinámica, GeoGebra, Metodología Didáctica, Cognitivismo, Aprendizaje Significativo

Abstract: This research paper proposes a didactic methodology for the teaching and learning of Descriptive Geometry supported by the use of GeoGebra, framed in the subject Sistemas de Representación 10 of the Faculty of Engineering of the Universidad de Los Andes. This methodology is based on the cognitive learning theory premises, meaningful learning through previous organizers, modeling and assisted practice, and the permanent vinculation between 3D reality and its flat representation, encouraging the 3D-2D link from student's perception. Each of the provided didactic situations contemplates the use of the computational tool GeoGebra, taking advantage of its virtues as an open resource and its technical and educational benefits. The proposal has the scope of the Sistemas de Representación 10 subject a theoretical and practical subject compulsory for all the specialties offered by the Universidad de Los Andes.

Keywords: Descriptive Geometry, Dynamical Geometry, GeoGebra, Didactic Methodology, Cognitivism, Meaningful Learning.

INTRODUCCIÓN

La Geometría Descriptiva se ocupa de la representación sobre una superficie bidimensional de los objetos del mundo tridimensional, lo cual implica la puesta en marcha de toda una serie de procesos del pensamiento – percepción espacial, operaciones lógico-matemáticas, resolución de problemas, entre otros – que resultan un importante desafío para el estudiante promedio. El estudio de asignaturas como Geometría Descriptiva ha evolucionado a la par de los avances tecnológicos, trayendo consigo el reto que implica la actualización del personal docente y de los diseños curriculares correspondientes. Esta actualización está condicionada por la disponibilidad de recursos técnicos y financieros, pues a la natural inversión en equipos de computación y en adiestramiento de los profesores, se suma el costo de las licencias de los programas especializados, tanto por parte de las instituciones educativas como de los particulares. A lo anterior habría que agregar el hecho de que la inmensa mayoría de los paquetes de dibujo asistido por computadora se orientan hacia el dibujo técnico de proyectos de ingeniería y arquitectura, pensados fundamentalmente para optimizar el trabajo del profesional y no como apoyo del proceso educativo. El surgimiento del software denominado GeoGebra - de uso libre y multiplataforma, orientado inicialmente a enlazar la Geometría y el Álgebra bajo la premisa de la “Geometría Dinámica” – y sus más recientes actualizaciones, que incluyen un ambiente gráfico en 3D, representa una opción a ser tomada en cuenta para abordar el reto planteado.

GEOMETRÍA DINÁMICA

Desde hace varios años, se han desarrollado diferentes programas que se adaptan, en mayor o menor medida, a su empleo efectivo como herramientas de apoyo de la enseñanza y el aprendizaje, orientados a la construcción, investigación, descubrimiento y demostración en el campo de las matemáticas visuales; se trata de los Programas de Geometría Dinámica. Estos programas permiten dibujar figuras en función de sus relaciones geométricas y no de su simple apariencia; sus construcciones son dinámicas, es decir, permiten al usuario interactuar (mover, girar, modificar, editar) con los elementos geométricos creados, haciendo que las relaciones geométricas (pertenencia, paralelismo, intersección, perpendicularidad) que existen entre ellas se mantengan (Miranda, 2005). Para el caso particular que nos atañe, es necesario descartar aquellos programas que no disponen de una versión en español y los que ofrecen una interfaz de trabajo de alta complejidad, dado que, como ya se ha señalado, su uso se orienta hacia el estudiante. Por otra parte, se prefieren las aplicaciones de libre uso y distribución a las de carácter comercial privativo.

Aunada a la gratuidad y posibilidad de operar en diferentes plataformas, la característica más resaltante de GeoGebra es su versatilidad, ya que permite visualizar los objetos de manera algebraica, de forma gráfica en 2D y de forma gráfica en 3D. Por ello, GeoGebra ha sido seleccionado como el software apropiado para lograr el objetivo de la propuesta. Este programa es, en su origen, la tesis doctoral de Markus Hohenwarter, cuyo primer objetivo era el de crear una calculadora de uso libre para trabajar el Álgebra y la Geometría. El proyecto se inició en 2001 en un curso de Matemática en la Universidad de Salzburgo (Austria). Hoy por hoy, GeoGebra continúa su desarrollo en la Universidad de Boca Raton, Florida Atlantic University (USA). Por otra parte, esta herramienta ha sido diseñada con mentalidad colaborativa, de tal manera que diferentes individuos ofrecen – mediante ayudas, recursos, foros y wikis – ideas que mantienen al proyecto en una permanente evolución.

ANTECEDENTES

Desde el lanzamiento del programa GeoGebra se han generado una gran cantidad de materiales educativos relacionados con la Geometría – a todos los niveles educativos – que utilizan esta aplicación como principal herramienta. Específicamente en el campo de la Geometría Descriptiva destacan los siguientes trabajos, dada la diversidad de enfoques didácticos que ofrecen, el aprovechamiento de las prestaciones de GeoGebra en la presentación de contenidos y en el diseño de actividades de evaluación y autoevaluación, aspectos estos que resultan cruciales en la elaboración de la presente propuesta.

“La Enseñanza de La Geometría Descriptiva Modalidad Semipresencial” (Acosta Ruiz y Pérez Lazo de La Vega, 2012) es una obra que resume los resultados de una investigación dirigida a la concepción de un marco teórico-metodológico apropiado para la enseñanza aprendizaje de la Geometría Descriptiva en Cuba, en un ambiente de trabajo que combina las actividades presenciales con las propias de un aula virtual interactiva, siempre mediadas por la herramienta GeoGebra.

Escrito como tesis para obtener el grado de Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Cantabria (España), el trabajo titulado “GeoGebra en la enseñanza del Dibujo Técnico” (Mancebo Martínez, 2015) constituye una muestra del cambio metodológico que suponen los programas de geometría dinámica, más específicamente GeoGebra, haciendo énfasis en confirmar la utilidad que supone su implementación en el desarrollo de la actividad docente en las asignaturas de Dibujo Técnico y Educación Plástica y Visual – ambas estrechamente relacionadas con la Geometría Descriptiva - así como en el desarrollo de conocimientos, habilidades y destrezas por parte de los estudiantes.

Por su parte, “Uso del GeoGebra en la enseñanza de la geometría en carreras de diseño” (Iturbe, Ruiz, Pistonesi y Fantini, 2012) es un artículo que relata la experiencia de la incorporación de GeoGebra en el ámbito de la Universidad Nacional de Río Negro (Argentina), abordando aspectos tales como la relación entre aritmética y geometría, diferencias entre el trabajo que se realiza con instrumentos tradicionales de dibujo y el realizado con GeoGebra, el uso de este programa en actividades de evaluación, y la determinación de las intervenciones del docente a la hora de incorporar este software al aula de clases.

MARCO TEÓRICO

Teoría Cognitiva del Aprendizaje

La percepción del espacio y la representación de los cuerpos sobre un plano constituyen una elaboración que involucra el ejercicio de ciertos procesos cognitivos. Esto es posible gracias a que el ser humano es un ente activo, interactivo, adaptativo y con dominio de su entorno, capaz de considerar e incorporar información a su estructura cognitiva, por medio de relaciones de carácter significativo. Esto se inscribe en la teoría del estructuralismo cognitivo - una de las denominadas teorías cognitivas del aprendizaje - la cual postula la aproximación al aprendizaje por medio de la percepción, el análisis, la síntesis y la investigación, dando especial atención a la reflexión y a la creatividad mediante la aplicación de leyes y procedimientos en diversas situaciones problemáticas.

Al admitir que los conceptos son más que simples listas de rasgos característicos, sino que son parte de estructuras mucho más amplias, el aprendizaje se convierte en el proceso por el cual se

modifican esas estructuras. Esta reestructuración no es un proceso simplemente cuantitativo sino cualitativo, postulado que caracteriza a la escuela de la *Gestalt* (“configuración” o “forma”). Esta corriente rechaza la concepción del conocimiento como una adición de partes preexistentes, de naturaleza acumulativa y meramente cuantitativa, proponiendo el estudio del significado, el cual no es divisible en elementos más simples (Köhler, 1929). Por tanto, esta insistencia en la estructura global de los conocimientos concede mucha más importancia a la comprensión que a la acumulación de información, de tal manera que la resolución de problemas y el aprendizaje en general no se obtienen solamente por la asociación de elementos relacionados entre sí, sino de la comprensión de la estructura de las situaciones concebidas como un todo. Para ello, la percepción del espacio y de los elementos inmersos en él constituye un aspecto de primera importancia.

Aprendizaje significativo

Esta teoría fue desarrollada por el psicólogo norteamericano David Ausubel. Plantea que el aprendizaje de un estudiante depende particularmente de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información abordada. Los principios propuestos por Ausubel ofrecen un marco para el diseño de estrategias didácticas partiendo de la organización de la estructura cognitiva del aprendiz, lo cual permite una adecuada orientación de la labor educativa. Ausubel resume su propuesta de la siguiente manera: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. (Ausubel, 1983). El autor propone el uso de “organizadores previos” como herramienta de conexión entre los conocimientos preexistentes en el estudiante y el tema a abordar. Los organizadores previos son medios que contribuyen a consolidar la estructura cognitiva y a fortalecer la retención de la nueva información.

Teoría del Modelado

Albert Bandura – uno de los principales artífices de esta teoría -focaliza su estudio en los procesos de aprendizaje propiciados por la interacción entre el aprendiz y su entorno social. Bandura intentó explicar por qué en los individuos que aprenden unos de otros el nivel de conocimiento realiza un salto cualitativo. A la acción determinante que hace posible este salto se le conoce como modelado. Bandura (1982) distingue cuatro pasos fundamentales implicados en todo proceso de modelado, a saber: *Atención*: la actividad del aprendiz consiste en concentrarse en lo que se modela; *Retención*: consiste en la codificación simbólica o lingüística del modelo presentado; *Reproducción*: Como la capacidad del aprendiz para reproducir o practicar la actividad modelada; *Motivación*: entendida como la predisposición para asumir los objetivos propuestos por el modelador

Práctica asistida

Un concepto que está íntimamente relacionado con el modelado, y que tiene una especial aplicación en el campo de las disciplinas con un fuerte componente de desarrollo de destrezas como lo es la Geometría, es el de práctica asistida. Una vez realizada una serie de investigaciones sobre la instrucción eficaz, Barak Rosenshine (Rosenhine, 1985) estableció seis actividades que pueden fungir como marco de referencia para la enseñanza de destrezas básicas: revisión diaria, presentar nuevos contenidos empleando pequeñas unidades de información, hacer preguntas, proveer modelos, guiar la práctica del estudiante, y examinar el nivel de comprensión. La implementación de este modelo es de utilidad en las disciplinas que implican un alto componente procedimental, sin excluir actividades tendientes a fortalecer un aprendizaje activo.

ELEMENTOS DE LA PROPUESTA

1. Contexto de aplicación

La propuesta que se presenta tiene como ámbito de aplicación la actividad académica de enseñanza y aprendizaje correspondiente a la unidad curricular Sistemas de Representación 10, asignatura común a las siete (7) especialidades de la ingeniería que se ofrecen en la Universidad de Los Andes, sede Mérida, Venezuela, ubicada en el primer período, con una duración de dieciséis (16) semanas. La unidad curricular en cuestión contempla dos (2) horas de teoría y cuatro (4) horas de trabajo práctico a la semana.

2. Requerimientos para la aplicación

Para poner en práctica la metodología que se propone, es necesario que los siguientes requerimientos sean satisfechos: 1) Los estudiantes deben dominar suficientemente los conceptos y procedimientos básicos de dibujo y geometría plana. 2) Cada estudiante debe tener acceso a un computador durante las sesiones de clase. El software GeoGebra debe estar instalado para trabajar en modo offline. 3) Cada estudiante debe tener la posibilidad de acceder a un computador con conexión a Internet durante, al menos, cuatro (4) horas no lectivas a la semana. 5) El docente debe estar suficientemente capacitado en el uso del software GeoGebra. 6) El docente debe contar con un dispositivo de proyección digital en cada sesión de clases.

3. Ambientes de Trabajo

Ambiente 2D - 3D: La pantalla de GeoGebra se muestra dividida en dos porciones: Vista Gráfica 2D y Vista Gráfica 3D (Figura 1). En la primera, se muestra la representación plana (desplegada) de los planos de proyección del Sistema Diédrico (Osers, 2006), es decir, el formato “papel” del sistema. En la segunda, el usuario puede apreciar un modelo tridimensional en sistema axonométrico, con la posibilidad de cambiar a proyección cónica. Cada operación ejecutada en 3D tiene su inmediata repercusión en 2D, pero no a la inversa. Adicionalmente, es posible incluir una barra de reproducción en la parte inferior de la Vista Gráfica 2D.

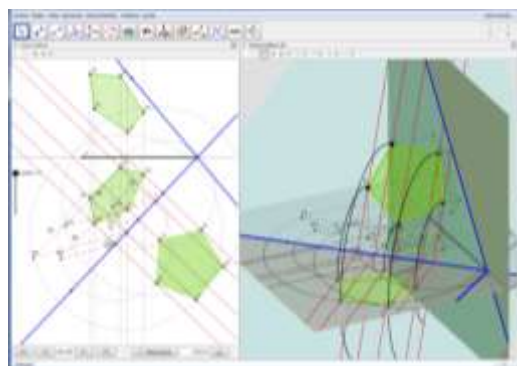


Figura. 1: Exposición en Ambiente 2D-3D.

Ambiente 2D: La pantalla muestra únicamente la Vista Gráfica 2D. Resulta apropiada para la resolución práctica de ejercicios, una vez que se ha demostrado suficientemente la relación 2D-3D, así como para la revisión de ejemplos resueltos por el docente (Figura 2).

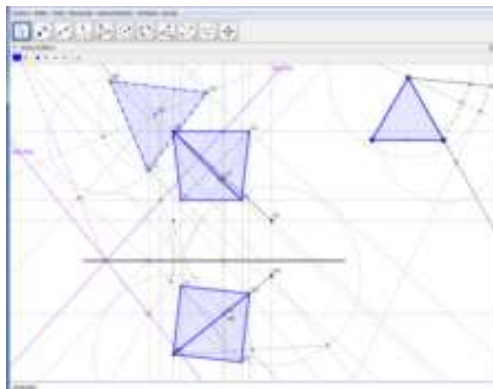


Figura. 2: Ejercicio resuelto en Ambiente 2D.

FASES DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

La metodología propuesta se ha estructurado en función de las diferentes situaciones didácticas y de los distintos ambientes de trabajo. El modelo de enseñanza desarrollado se fundamenta en el aprendizaje significativo empleando los organizadores previos, en la percepción de la realidad espacial en movimiento, en la generación de conclusiones a partir de la variación de las condiciones iniciales de una situación u objeto de estudio, y en el modelado y la práctica asistida.

1. Foco Introductorio

En esta etapa, el docente capta la atención de los estudiantes e introduce el tema de la clase. Asimismo, expone una visión general del contenido, los objetivos, las actividades y el tipo de evaluación a realizarse. La motivación juega un papel de primera importancia como una de las funciones de esta fase, por lo que debe resaltarse la importancia y utilidad de la nueva información. Existen diferentes estrategias dirigidas a captar la atención y elevar la motivación intrínseca de la clase (Eggen y Kauchak, 2001), como iniciar formulando una pregunta relacionada con el tema de estudio a fin de azuzar la curiosidad y la formulación de hipótesis, traer a colación tópicos de otras áreas del saber relacionadas con la asignatura, plantear una situación problemática extraída de un contexto familiar, entre otras. En definitiva, lo que se busca es evitar una introducción brusca y descontextualizada de la nueva información, que pudiera generar rechazo en los estudiantes.

2. Presentación del organizador previo

Como ya se ha indicado, el empleo de un organizador previo es de importancia capital en la teoría del aprendizaje significativo, dado su valor como enlace con el conocimiento previo del estudiante y como elemento contextualizador, integrador y globalizador de las ideas que han de ser desarrolladas. Por ejemplo, previamente a la presentación del tema “Representación de la recta en el Sistema Diédrico”, resultaría conveniente mostrar proyecciones de varios puntos, sugiriendo la posibilidad de unirlos entre sí para definir la menor distancia entre ellos, una idea mucho más general y aplicable del significado del segmento de recta. Siguiendo con el ejemplo, es de utilidad traer a colación la pertinencia de la determinación de la distancia entre dos puntos del espacio en

diferentes situaciones de la vida cotidiana, en otras asignaturas relacionadas, y en el ejercicio de la profesión.

3. Presentación del material de aprendizaje

En la ejecución de esta segunda fase, el docente debe organizar adecuadamente la información para así lograr el máximo nivel de comprensión, para lo cual es fundamental enlazar con el organizador previo. El tiempo de exposición, sumado al de las dos primeras etapas, no debe exceder de una hora. El propósito no es otro que anclar el material nuevo en la estructura cognitiva de cada uno de los estudiantes. La presentación debe promover el aprendizaje activo por medio de la interacción continua con el grupo, preguntando acerca de la relación de la nueva información con el organizador previo, solicitando que los estudiantes verbalicen los conceptos y procedimientos empleando el lenguaje de la asignatura, planteando situaciones y pidiendo diferentes puntos de vista. Además, resulta valioso fomentar una postura crítica hacia el aprendizaje mediante el contraste con otras alternativas de solución a los ejercicios planteados. La exposición del nuevo material constituye un proceso didáctico en sí mismo, que debe ser cuidadosamente planificado. Para el caso puntual de la propuesta, dicha exposición consta de tres situaciones bien diferenciadas, las cuales se describen a continuación.

Presentación de conceptos, leyes y procedimientos en el espacio: Usando el ambiente 2D-3D, el docente tiene la posibilidad de explicar diferentes tópicos en el espacio 3D, mostrando, de manera simultánea, la respectiva representación plana. El dinamismo aportado por las secuencias permite una clara percepción de las cadenas constructivas y su correlato en las vistas del sistema diédrico, al tiempo que facilita, por medio de la repetición de etapas, la aclaratoria de las dudas surgidas entre los estudiantes. Un ejemplo clarificador de lo expresado es el de la presentación de los Triángulos de Rebatimiento (Figura 3), un método orientado hacia la determinación de la longitud (verdadera magnitud) de un segmento de recta en posición accidental y de los valores angulares respecto de los dos planos de proyección del Sistema Diédrico (α y β).

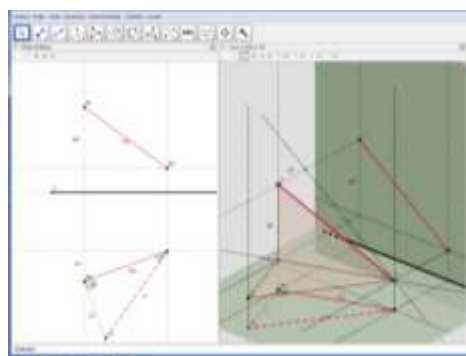


Figura. 3: Triángulo de Rebatimiento en Ambiente 2D-3D.

La aplicación particular señalada obedece a una situación ubicua en la Geometría Descriptiva: la resolución de la mayor parte de los problemas geométricos implican transformaciones básicas como la rotación, traslación y homotecia, las cuales involucran procesos dinámicos en el espacio que deben ser visualizados), comprendidos y asimilados, hasta lograr su transferencia a la representación plana.

Variación de la posición relativa de entidades geométricas: Mediante el uso de cualquiera de los ambientes de trabajo, el docente puede manipular la posición y/o la orientación de diferentes objetos con la finalidad de ilustrar aspectos interesantes del tema tratado, en especial las consecuencias que genera dicha manipulación en la representación plana. En este punto resalta la importancia de modificar las condiciones iniciales de un determinado elemento geométrico en el espacio, ya que tanto la recta como el plano pueden asumir diferentes posiciones en función de las cuales se estudian aspectos como la verdadera magnitud, la visualización de ángulos, ubicación y orientación (para el caso del plano) de las trazas del elemento, entre otros. Así, por ejemplo, un ejercicio concebido originalmente para ilustrar la determinación de las proyecciones diédricas de un segmento de recta AB en posición accidental puede ser modificado para mostrar la adaptación del procedimiento en el caso de un segmento de perfil (Figura 4).

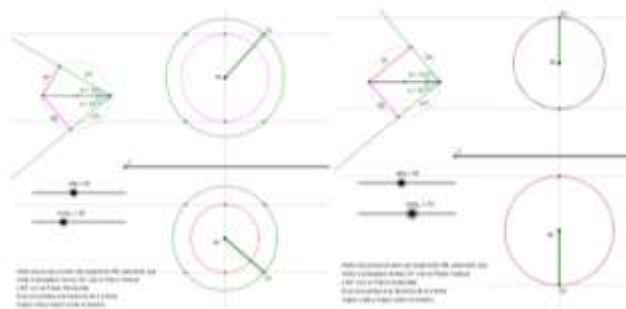


Figura. 4: Variación de la posición relativa de entidades geométricas en Ambiente 2D

Resolución y explicación de ejercicios de aplicación práctica: La resolución y explicación de ejercicios corresponde al más alto nivel de estructuración, pues con ella se pone en contacto por primera vez al estudiante con el procedimiento, por lo que debe conducirlo a lo largo de los diferentes pasos tratando de reducir al máximo los errores en estas etapas iniciales. Continuando en el espíritu del aprendizaje significativo, la contextualización de los problemas presentados proporciona un inestimable valor agregado como elemento motivador y globalizador del aprendizaje. La Vista 2D hace posible la producción de ejercicios de alta calidad técnica y estética (Figura5), con reproducción paso a paso, descripción detallada de cada elemento de la construcción, y facilidad de repetición. Nuevamente, el dinamismo de GeoGebra hace la diferencia en este punto, al proveer a docente y estudiantes la oportunidad de generar infinitas variantes de un mismo problema con solamente modificar sus condiciones iniciales.

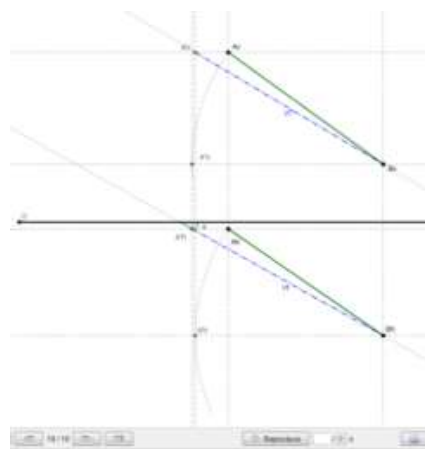


Figura5: Resolución de ejercicio de giro aplicado a rectas en Ambiente 2D

4. Afianzamiento de la organización cognitiva mediante la práctica asistida

Una vez culminada la explicación de ejemplos de aplicación, corresponde al estudiante ejercitarse por sí mismo bajo la atenta supervisión del docente, quien debe proveer la retroalimentación correspondiente, corrigiendo los posibles errores y reforzando las prácticas correctas. Por otra parte, es importante aprovechar la interacción resultante del trabajo en equipo, como continuidad del proceso de modelado, asignando el rol de monitor a aquellos estudiantes que así lo deseen. El ambiente más apropiado para esta etapa del proceso es el 2D, lo cual no significa que tanto el docente como los estudiantes dejen de lado el análisis espacial correspondiente, para lo que pueden valerse de una nueva ventana del programa en 3D, de representaciones pictográficas hechas con lápiz y papel, o de cualquier otro medio disponible. Una vez concluida esta actividad, es de utilidad pedir a cada estudiante que realice una valoración general de la misma. También es conveniente plantearle variantes de los ejercicios resueltos, sin llegar a situaciones de una complejidad tal que se excedan de las metas inicialmente previstas. El tiempo destinado a esta actividad puede variar entre una hora y media y dos horas.

5. Práctica independiente con la tutoría del docente

En esta etapa, los estudiantes se ejercitan por su cuenta – ya sea de manera individual, en grupos de estudio - fuera del aula de clase, en su hogar o en las salas de computación disponibles en la institución. Esta práctica consta de dos tipos distintos de actividades: ejercicios propuestos por el docente y resueltos en línea por el estudiante en la página web de GeoGebra, los cuales pueden tener prevista una fecha de culminación y son debidamente corregidos y evaluados; y ejercicios ejecutados libremente por el estudiante, sin contar con la revisión por parte del docente.

ESTRUCTURA SOCIAL Y PRINCIPIOS DE LA INTERVENCIÓN DOCENTE

Desde el punto de vista del sistema social, la propuesta otorga al docente el rol tradicional de director, modelo y evaluador del proceso de enseñanza. Esto no significa que los estudiantes se sitúen en una posición de meros escuchas obedientes de las lecciones dictadas por el profesor; las características del programa GeoGebra y las facilidades que ofrece el sitio web asociado a dicho programa permiten matizar cada uno de los roles, permitiendo un grado de interactividad saludable entre estudiantes y docente, inclusive en la última fase de la propuesta. Además, de la posibilidad de promover el aprendizaje autónomo en el que el aprendiz construye su propio esquema de conocimiento, por cuanto GeoGebra le brinda un entorno con mayor funcionalidad y profundidad para personalizar su aprendizaje. La mayor parte de las intervenciones del docente ante las preguntas de los estudiantes tienen como objetivo principal la aclaración de la información nueva abordada y su relación con los conocimientos previos del grupo. El logro de los objetivos de aprendizaje dependerá, en primer lugar, de la voluntad de hacer esta integración (estudiantes) y de la apropiada organización del material (docente).

EVALUACIÓN

Dado que el diseño curricular de las diferentes carreras de ingeniería en la ULA es presencial, la evaluación sumativa de las actividades realizadas por los alumnos debe ser llevada a cabo en el aula de clases. No obstante, en vista de las posibilidades que ofrecen GeoGebra y las herramientas de comunicación digitales, conviene incluir en el plan de evaluación las actividades de práctica independiente. En cuanto al formato de las pruebas, se recomienda el de ejercicios prácticos, diseñados en conformidad con los objetivos de cada unidad o tema y con un nivel de dificultad simi-

lar al de los ejemplos abordados en las sesiones de clase y en las tareas asignadas. Asimismo, el aprovechamiento de la dependencia entre objetos geométricos creados con GeoGebra debe ser un punto vital en la concepción de los ejercicios, a fin de que el estudiante plantee hipótesis sea capaz de anticipar el efecto que genera un determinado cambio en las condiciones o datos iniciales de los planteamientos. Por otra parte, la evaluación cualitativa del desempeño estudiantil debe ser un elemento transversal y continuo, de manera especial en la práctica asistida, considerando diferentes aspectos de formación integral.

CONCLUSIONES

Se ha presentado una metodología para la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría Descriptiva, apoyada en el uso del programa GeoGebra. Esta propuesta tiene como fundamentos pedagógicos los principios de la teoría cognitiva del aprendizaje (*Gestalt*), el aprendizaje significativo, el modelado y la práctica guiada, y consta de cinco fases, cada una de las cuales se ha descrito y ejemplificado ampliamente. Podría decirse que la propuesta presentada aprovecha las prestaciones técnicas que ofrece una tecnología relativamente nueva (Geometría Dinámica) para potenciar las bondades – por demás bien conocidas – de algunos de los postulados más relevantes de la psicología educativa cognitivista y del aprendizaje social. A juicio de los autores, la combinación de los elementos mencionados proporciona una atractiva oportunidad de mejorar los resultados de la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría Descriptiva, en tanto que de esta manera se conjugan la optimización del material gráfico, la posibilidad de manipulación y experimentación de la realidad geométrica y las buenas prácticas pedagógicas. En tal sentido, la propuesta se perfila como una interesante alternativa al método tradicional de enseñanza de esta área del saber, al tiempo que representa una valiosa herramienta en el ámbito de la educación interactiva a distancia y de la formación semipresencial de carreras como la ingeniería y la arquitectura.

El diseño y producción de los materiales y de las actividades a ser desarrollados, en las diferentes fases de la propuesta y en los distintos espacios de trabajo, requiere de una especial atención por parte del docente o grupos de docentes encargados de su implementación, aprovechando al máximo las potencialidades del programa GeoGebra. Resulta también imprescindible la elaboración de instrumentos de trabajo apropiados a fin de conocer la opinión de los estudiantes en cuanto a la puesta en marcha de esta metodología didáctica, un insumo primordial a la hora de realizar la evaluación de la misma. Todo lo anterior se enmarca en las etapas de implementación y evaluación de la propuesta, actividades que se espera sean llevadas a cabo durante uno de los períodos lectivos del año 2018.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Ruiz, F. y Pérez Lazo De La Vega, M. (2012). La Enseñanza de La Geometría Descriptiva Modalidad Semipresencial. Editorial Academia Española. Madrid
- Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H. (1983). Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. (2° Ed.). Editorial Trillas. México
- Bandura, A. (1982). Teoría del aprendizaje social. Espasa-Calpe. Madrid
- Eggen, P. y Kauchak, D. (2001). Estrategias Docentes. (2° Ed.). Fondo de Cultura Económica. México
- Iturbe, A., Ruiz, M. E., Pistonesi, M.V. y Fantini, S. (2012). Uso del GeoGebra en la enseñanza de la Geometría en carreras de diseño. Actas de la Conferencia Latinoamericana de GeoGebra Uruguay 2012. ISSN 2301-0185. Disponible en línea: <http://www.geogebra.org.uy/2012/actas/38.pdf> Consultada en octubre de 2017.
- Köhler, W. (1929). Gestalt Psychology. Liveright. Nueva York
- Mancebo Martínez, P. (2015). GeoGebra en la enseñanza del Dibujo Técnico. Trabajo de Grado de Maestría. Disponible en línea: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/6844/ManceboMartinezPablo.pdf?sequence=1> Consultada en diciembre de 2017.
- Miranda, R. (2005). Comparación de procesadores geométricos. Geometría dinámica. Disponible en línea: <http://www.geometriadinamica.cl/2005/08/comparacion-de-procesadoresgeometricos/> Consultada en mayo de 2017.
- Osers, H. (2006). Estudio de Geometría Descriptiva. (13° Ed.). Editorial Torino. Caracas.
- Rosenshine, B. (1985). Direct instruction. International Encyclopedia of Education. (Vol. 3). Pergamon Press. Oxford.