

Aplicación del enfoque dinámico en la enseñanza de asignaturas gráficas en Ciencias Técnicas

Application of dynamic approach in teaching of graphics subjects in Technical Sciences

Dr. Lázaro Francisco Acosta Ruiz^I, Dra. M Cristina Pérez Lazo de la Vega^{II},
Lic. Rogelio Acosta González^{III}

^I Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, CUJAE.

Correo electrónico: facosta@mecanica.cujae.edu.cu

^{II} Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, CUJAE.

Correo electrónico: mperez@mecanica.cujae.edu.cu

^{III} Universidad de Las Tunas.

Correo electrónico: racosta@ult.edu.cu

Recibido: 26 de octubre de 2015

Aceptado: 21 de diciembre de 2015

Resumen:

En la enseñanza de las Ciencias Técnicas, son frecuentes las asignaturas que requieren de un alto nivel de abstracción, asociado a la representación e interpretación de gráficos, con mayor incidencia en Matemática, Física, la Gráfica de Ingeniería y las disciplinas con precedencia de estas.

Una solución interesante a esta problemática ha sido introducir una nueva concepción didáctica basada en el empleo de medios de enseñanza-aprendizaje, que permiten cierta interactividad, dada a través de un tipo de software que cuenta ya con miles de aplicaciones desarrolladas en todo el mundo, bajo el nombre genérico de "Geometría Dinámica".

No se trata, sin embargo, de un medio más, sino de una concepción metodológica basada en un «enfoque dinámico» de la enseñanza. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo partir de los fundamentos teóricos que le sirven de base y presentar experiencias de los autores, desarrolladas en la enseñanza de las Ciencias Técnicas, en particular la Geometría Descriptiva, el Dibujo de Ingeniería y en Matemática, utilizando la aplicación de este enfoque mediante el programa GeoGebra.

Abstract:

In the teaching of technical sciences, the subjects that require a high level of abstraction, associated with the representation and interpretation of graphics, with higher incidence in Mathematics, Physical, Technical Drawing and disciplines with precedence are frequent are you.

An interesting solution to this problem has been to introduce a new teaching concept based on the use of means of teaching and learning, that allow some interactivity, given through a type of software which already has thousands of applications developed worldwide, under the generic name "Dynamic Geometry".

However it is not treated, a more technical means, but a design methodology based on a "dynamic approach" to teaching. In this sense, this paper aims from the theoretical foundations that underlie it and present experiences of the authors, developed the teaching of Descriptive Geometry and Engineering Drawing, using the application of this approach through the program GeoGebra.

Palabras claves

Geometría dinámica, enfoque dinámico, GeoGebra, Geometría Descriptiva, Dibujo, enseñanza-aprendizaje, Ciencias Técnicas.

Key Words

Dynamic geometry, dynamic, GeoGebra, Descriptive Geometry, drawing, teaching-learning Technical Sciences.

Licencia Creative Commons



Introducción.

Uno de los avances en materia de tecnología educativa, que ha venido para dar el verdadero espacio a la enseñanza de las matemáticas, en toda su universalidad, y desde ellas hacerlas extensivas a las más diversas disciplinas de la Ciencia y la Técnica, y también de las Ciencias Sociales, es el descubrimiento –si cabe llamarlo así– de la denominada «Geometría Dinámica», término introducido por Nick Jackin y Steve, según refieren **Goldenberg E, Cuoco A.** [1] generalizándose su uso pero sin precisar de qué se trataba, o sea si era una nueva geometría o un nuevo enfoque para su tratamiento en la escuela[2].

En el presente trabajo los autores presentan aplicaciones desarrolladas a partir de un «enfoque dinámico» de la enseñanza [3], empleando el programa GeoGebra [4], como parte del trabajo de divulgación que vienen realizando, para contribuir al conocimiento de la Geometría Dinámica en el contexto docente universitario, siendo este uno de los propósitos del **Proyecto GeoGebra** [5], gestado en la Cujae, y que paulatinamente extiende su alcance a otras universidades del país.

Por tanto, el objetivo de este artículo se centra en ofrecer una perspectiva de los fundamentos que van conformando hoy un marco teórico al enfoque dinámico de la enseñanza, pero en función de la enseñanza superior, para entonces ejemplificarlo con aplicaciones concretas llevadas a cabo por los propios autores, en asignaturas como Geometría Descriptiva, Dibujo de Ingeniería y las Matemáticas, ambos aspectos asociados a un propósito principal: contribuir a la divulgación de las posibilidades de la «Geometría Dinámica» en las universidades cubanas, con vistas a sentar las bases para el desarrollo de investigaciones que tributen a la introducción del enfoque dinámico en la concepción didáctica de diversas disciplinas.

Desarrollo

Antecedentes de la Geometría Dinámica

Estandarizada bajo un nombre que suele confundir al iniciado, la Geometría Dinámica¹ no es una nueva geometría, sino un tipo de programa (software) que permite realizar la modelación gráfica y analítica de problemas, donde los elementos que se construyen se acompañan por propiedades geométricas cualitativas, como pertenencia, perpendicularidad, paralelismo etc., así como traslaciones y otras transformaciones, contando además con el correspondiente tratamiento analítico, gracias a potentes analizadores matemáticos que forman parte del funcionamiento interno del programa, concebido especialmente para el desarrollo de aplicaciones didácticas, aunque perfectamente se puede emplear con otros fines.

¹ En inglés Interactive geometry software (IGS)

Existen en el mercado diferentes programas de Geometría Dinámica, siendo los más populares Cabrí (<http://www.cabri.com>), Cinderella (<http://www.cinderella.de>) y más recientemente GeoGebra (www.Geogebra.org), desarrollado por Markus Hohenwarter, en la Universidad de Salzburgo (Austria), y posteriormente en la Universidad de la Florida, siendo resultado de la tesis doctoral de su autor [6].

¿Por qué un enfoque dinámico de la enseñanza?

¿Qué diferencia a la Geometría Dinámica, empleando el programa GeoGebra, de otros productos que existen en el mercado, cuyo objetivo es producir aplicaciones didácticas de distinta naturaleza y posibilidades?

Cuando se habla de Geometría Dinámica, no se está solo en presencia de programas que permiten elaborar aplicaciones didácticas, —incluso bastante simples— sino de un nuevo enfoque, un «enfoque dinámico de la enseñanza», según la denominación frecuentemente empleada en los trabajos de Rizo y Campistrous [7].

Una definición específica del concepto de «enfoque dinámico» se encuentra en la tesis doctoral [8] —bajo la tutoría de Celia Rizo Cabrera— en la que se expresa que se entenderá por enfoque dinámico de la geometría a la postura o manera de concebir la enseñanza de este contenido desde el supuesto de que las figuras pueden adquirir la cualidad del dinamismo a partir del movimiento de sus puntos o lados manteniendo alguno de ellos fijos, lo cual origina transformaciones en las mismas.

Un ejemplo de este modo de enseñar y aprender, aplicado en una disciplina eminentemente gráfica, se muestra en la siguiente figura.

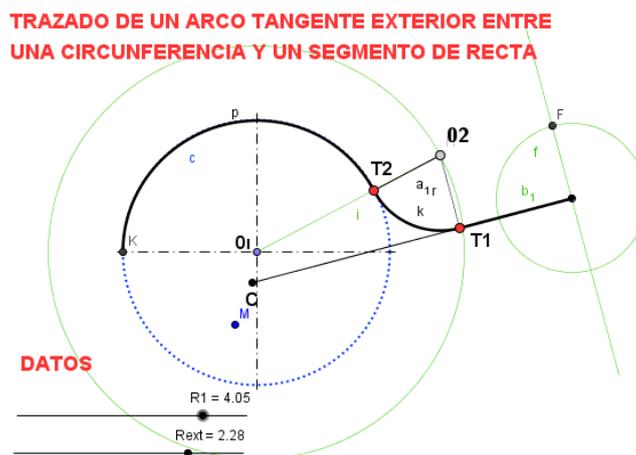


Fig. 1.- Ejemplo típico de un tópico de Dibujo Técnico tratado con enfoque dinámico.

En este caso, la aplicación se produce en contenidos de Dibujo Técnico. No se trata de un simple dibujo sobre construcciones geométricas. Como evidencian los «deslizadores» que se observan en la parte inferior de la figura, que son típicos en aplicaciones de geometría dinámica, su empleo permite modificar "on-line" las dimensiones de los radios dados como dato, y por tanto de interactuar con la figura, con la posibilidad de producir transformaciones notables, sin afectar las relaciones específicas entre los entes geométricos que conforman la figura.

En esencia, se trata de llevar al proceso de enseñanza-aprendizaje la potencialidad real de la interactividad, posibilitando mostrar «en vivo» la verificación plena de demostraciones matemáticas y el comportamiento interno o global de procesos tecnológicos, propiciando un espacio nunca visto para la gestación de conjeturas, y por tanto, la posibilidad real de lograr, de manera significativa el tránsito de la resolución de problemas algorítmicos, a la resolución controlada de problemas heurísticos.

Hacia una concepción didáctica de la enseñanza con enfoque dinámico

Tal como afirman Rizo y Campistrous [9], desde el punto de vista didáctico habría que valorar el tratamiento de los conceptos con un enfoque dinámico, que implica no solo el uso de la tecnología, sino un incremento notable del empleo de los recursos heurísticos y la reconsideración del tratamiento de la situación docente, enmarcada ahora dentro de las situaciones de aprendizaje.

El enfoque dinámico de estos autores tiene en cuenta la interacción del alumno con el sistema en tres momentos, que denominan:

- El ambiente de exploración.
- Preguntas para orientar la realización de las observaciones.
- Formulación de conjeturas.

A continuación se comentan por separado cada uno de ellos.

El ambiente de exploración

Se emplea para "mostrar" al estudiante fenómenos curiosos de un «ambiente geométrico» creado por los autores mencionados. Se dan indicaciones para que el ambiente quede preparado para la interacción dinámica en manos del alumno. Además, es posible incluir comentarios que describan las acciones que se van a realizar, dejando abiertas interrogantes que motiven la posterior elaboración de conjeturas.

Preguntas guías para la realización de observaciones

Estas preguntas constituyen las guías heurísticas de la actividad. Se instruye al estudiante de las acciones interactivas que debe realizar y se plantean preguntas a las que deben darse respuestas o explicaciones.

Formulación de conjeturas

En esta fase de una actividad se espera que el estudiante pueda formular conjeturas mucho más abarcadoras y detalladas que las que puede hacer en los ambientes en los que usualmente se lleva a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje (EA) e idealmente que puedan generar las demostraciones correspondientes de sus hallazgos.

La cuestión radica en cómo lograr llevar estas acciones a la práctica. En esta discusión (entre enfoque estático y enfoque dinámico) no es muy cuestionable las ventajas que puede tener una concepción sobre la otra, es decir, la dinámica sobre la estática, pero las dudas están en cómo lograr su introducción en la escuela y las posibilidades reales de hacerlo, sobre todo por las implicaciones que esto pueda tener en otros componentes del proceso de EA como son, entre otros, el contenido propiamente dicho y los medios de enseñanza [7].

El ejemplo que sigue, es típico en cuanto a posibilidades de aplicación del enfoque dinámico en la enseñanza de contenidos matemáticos.

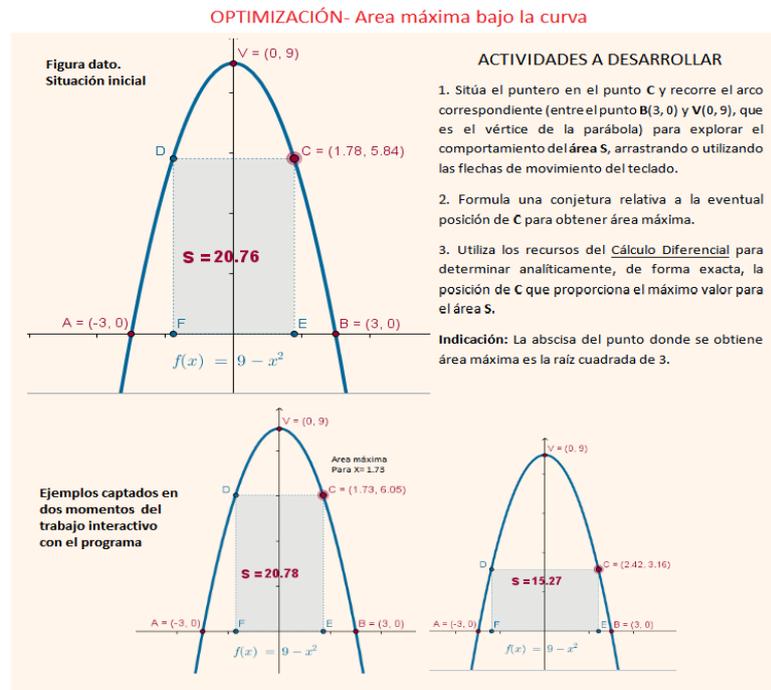


Fig 2.- Tópico de matemáticas de ingeniería orientando a formular conjeturas

En la misma se muestra una problemática en la que el accionar directamente con el programa permite al estudiante modificar la figura dato de forma interactiva, y con ello la posibilidad de plantearse situaciones asociadas, pero generalmente ocultas a la visión inicial planteada. La figura incluye las indicaciones de la actividad a realizar por parte del estudiante. Las dos gráficas de la parte inferior son momentos del resultado de esa interacción, no forman parte de la figura dato.

Siendo así, es indispensable considerar que no es factible alcanzar habilidades que permitan la formulación de conjeturas si no se está en capacidad de aplicar estrategias heurísticas para la solución de problemas no algorítmicos.

La geometría dinámica y las estrategias heurísticas

Según refieren Campistrous y López [10], corresponde al matemático húngaro George Polya (1887-1985), "el mérito de haber rescatado la necesidad de convertir el proceso de búsqueda de las afirmaciones matemáticas y sus demostraciones, en objeto de enseñanza. Para este fin retoma la antigua ciencia griega de la heurística ("arte de inventar") y la transforma en la heurística moderna".

Por primera vez se reconoce que en la Matemática hay que "adivinar", hacer razonamientos provisionales, sin el acabado perfecto de las demostraciones, y además, que hay que reconocer "indicios" de progreso; que no hay seguridad en los avances, que no se adelanta en línea recta, que hay retrocesos y vueltas. [7].

Afirman estos autores que la heurística es una disciplina científica aplicable en todas las ciencias e incluye la elaboración de principios, estrategias, reglas y programas que faciliten la búsqueda de la vía de solución para problemas, es decir, para tareas no algorítmicas de cualquier tipo y de cualquier dominio científico o práctico [7].

En la experiencia de los autores de esta ponencia, el enfoque dinámico se trata de un proceso en el que los profesores deben estimular al alumno para que formule suposiciones intuitivas, que posteriormente intentará confirmar. Por otra parte, mediante la presentación de ejemplos el profesor propicia un aprendizaje que le permite a los alumnos llegar por sí mismo a generalizaciones en la temática en cuestión.

Esto en la geometría dinámica se posibilita por la capacidad intrínseca de estos programas, para aprovechar plenamente una de las estrategias heurísticas en la solución de problemas, que es la estrategia de "mover la figura", es decir, variar las condiciones, ya recomendada por Polya, en el año 1944, en la primera edición de su libro How to solve it?

Siguiendo a Campistrous, L. y López [9:65], lo mismo ocurre con las estrategias heurísticas de "considerar casos particulares", "considerar casos límites", "medir y comparar" y "buscar relaciones y dependencias", entre otras, en las cuales, al darle movilidad a la figura, se hacen visibles de una manera muy natural y es posible formarse una idea de cuál puede ser la solución del problema.

En la misma obra esos autores plantean que de igual modo, esta concepción favorece el trabajo de "formular hipótesis o conjeturar"; vale señalar que en este proceso se puede también trabajar con analogías, reducir el problema nuevo a un problema conocido o hacer inducciones, que son formas de trabajo heurístico muy potentes; pudiéramos agregar que están presentes en el modo de actuación de muchos ingenieros.

Impacto metodológico en el proceso de enseñanza-aprendizaje

La utilización de sistemas con gráficos dinámicos determina, como consecuencia directa, cambios metodológicos en los modos de actuación de alumnos y profesores, y por tanto, una remodelación en el diseño de las asignaturas, que ahora deberán ajustar las consideraciones teóricas de los autores clásicos (por ejemplo, las concepciones de Vigotski, Leontiev y Galperin) a un contexto dinámico, en el que es factible considerar, por ejemplo:

- Las demostraciones genéricas, con varias variables, sin restricciones.
- La resolución de problemas geométricos, en condiciones dinámicas.
- La adquisición inductiva de teoremas geométricos y formación de conceptos.
- La inclusión de transformaciones según ciertas condiciones geométricas.
- La simulación de movimientos, incluyendo condicionales de lugares geométricos.
- El aprendizaje por descubrimiento.

Como indica Gómez [11], un aspecto a tener en cuenta a la hora de aplicar este tipo de enfoque, es la capacidad que tiene de ser empleada en tutorías virtuales. Existe la posibilidad de que cada alumno, desde su puesto de trabajo informático, pueda acceder a una base de datos con ejercicios tipo, de manera que pueda:

- Ser capaz de repasar la construcción del ejercicio acomodando el modo de repaso a su propio ritmo de aprendizaje.
- Ser capaz de interactuar con las figuras posibilitando generar diversos tipos de ejercicio a partir de uno tipo.

En cuanto a la posibilidad de insertar el enfoque dinámico en el contexto de teorías clásicas, por ejemplo, de autores como Galperin, puede resultar de interés la ponencia de Flores y Navas [12], que aborda el estudio de las cónicas mediante enfoque dinámico, a partir de la teoría de la formación por etapa de las acciones mentales.

Ejemplos de aplicación en asignaturas Gráficas

A partir del análisis realizado y de la aplicación que de este enfoque se ha hecho en asignaturas que utilizan la gráfica, los autores del presente trabajo consideran que las aplicaciones de Geometría Dinámica pueden implementarse según las siguientes posibilidades:

- Como medios de enseñanza-aprendizaje demostrativos, para ejemplificar procesos, soluciones generales de problemas, etc., siendo el profesor quien manipula la figura dinámica para ilustrar, generalmente en una conferencia, una problemática dada, especialmente en la modelación de procesos vistos de forma interactiva.

- Como actividad teórico-práctica, en la que el estudiante manipula una figura dinámica (ya elaborada) según las indicaciones dadas por el profesor o por el texto adjunto a la figura, con el objetivo de sugerir acciones interactivas, de las cuales el estudiante debe emitir juicios, sacar conclusiones, explorar situaciones, etc.

Esto permite incorporar al contenido de las actividades docentes, situaciones atípicas o extremas, que generalmente se excluían por su complejidad, su nivel de abstracción, la imposibilidad de representarlas objetivamente y otros factores similares.

- A partir de una figura dato o de una descripción literal, en la que se le plantea al estudiante un problema ya conocido, y este debe llegar a la respuesta operando el programa con dominio básico de las distintas herramientas a su disposición. Por tanto se requiere de un entrenamiento previo en el uso del programa por parte del estudiante, pero logrado esto, le posibilita plantearse una explotación más amplia del mismo, al poder utilizar al GeoGebra como herramienta de trabajo, al servicio de asignaturas que requieren del uso de las matemáticas y la gráfica.

Alcanzado este primer objetivo, la tarea puede derivar hacia las acciones sugeridas en la pleca anterior.

En los ejemplos que siguen se muestran aplicaciones desarrolladas en las asignaturas Geometría Descriptiva y Dibujo Mecánico, elaboradas por los autores, introducidas en las actividades docentes desde el curso 2010-11, en la Facultad de Ingeniería Mecánica, del Instituto Superior Politécnico de La Habana (Cujae).

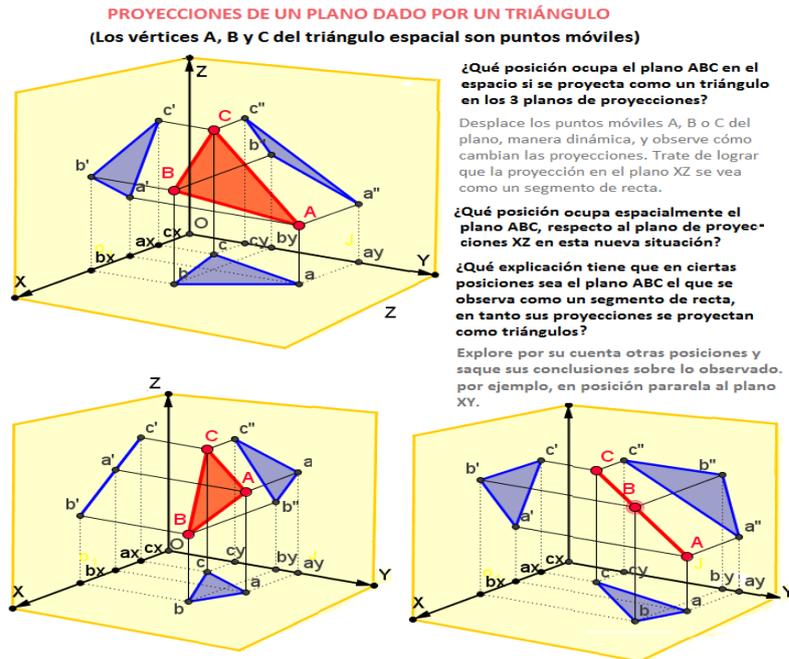


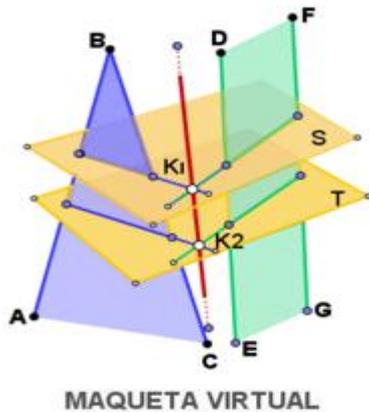
Fig. 3- Ejemplo tomado de la asignatura Geometría Descriptiva

En la figura 3 se muestra un ejemplo típico de aplicación didáctica que permite la doble función: ser empleada de manera ilustrativa, por ejemplo en una conferencia; o integrada a un sistema de tareas, que implican la interactividad estudiante-programa.

En el caso concreto de la Geometría Descriptiva, los autores han soportado sobre GeoGebra todos los procedimientos básicos del programa de la asignatura, pero el empleo de estas aplicaciones didácticas no está prefijado, queda abierto a la utilización que los docentes decidan hacer de ellas, tanto para ilustrar contenidos en las clases teóricas, como incorporarlas a tareas en las que el estudiante debe realizar acciones interactivas con el programa y elaborar sus conclusiones.

Otro ejemplo interesante de la misma asignatura se muestra en la figura 4. En este caso la figura fue concebida para ser empleada interactivamente por el profesor, pero también puede ser manipulada por el estudiante en actividades de estudio independiente.

INTERSECCIÓN ENTRE DOS PLANOS DADOS POR ELEMENTOS GEOMÉTRICOS



DATOS DEL PROBLEMA

- Planos dados por:
- El Triángulo ABC.
 - Las rectas paralelas CD y EF

CONSTRUCCIONES AUXILIARES DE LA SOLUCIÓN

- Trazado del plano S.
Intersección del plano S con el triángulo ABC
Intersección del plano S con las rectas paralelas DE y FG
Obtención de K1
- Trazado del plano T.
Intersección del plano T con el triángulo ABC
Intersección del plano T con las rectas paralelas DE y FG
Obtención de K2

SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

- Línea de intersección R, que pasa por los puntos K1 y K2

Acción interactiva:

Desplace los puntos móviles A, B, C, D, E F y G, y explique qué efecto causan estas variaciones en la solución. Pruebe a desplazar otros puntos móviles de la maqueta y explique lo que observa.

Fig. 4- Maqueta virtual empleada explotando las posibilidades dinámicas

Como se observa en el ejemplo, la posibilidad de modificar la figura ante la observación del alumno permite un mayor grado de objetividad visual (cuando se mueven los elementos componentes de la intersección) que el efecto que se logra cuando se trata de una maqueta rígida, sin que la primera pretenda sustituir a la segunda. De hecho, ambas se pueden complementar perfectamente si se combinan de forma adecuada en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Otra posibilidad muy interesante para el empleo de figuras dinámicas, se muestra en la figura 5, referida a las proyecciones ortogonales de un objeto.

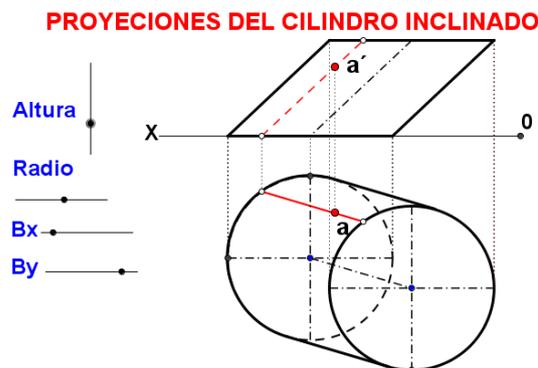


Fig. 5- Proyecciones ortogonales del cilindro inclinado

En asignaturas como Geometría Descriptiva, la solución de problemas planteados en proyecciones ortogonales, implica el empleo de procedimientos algorítmicos específicos, que en casos como el que se muestra implica dominar cierta técnica de manipulación de las herramientas que ofrece el programa, para poder construir la figura paso a paso, que puede ser o no tarea del estudiante, dependiendo del objetivo que se persiga.

Como se observa en esa ilustración, para aquellas personas familiarizadas con el dibujo técnico resultará claro que se trata de dos proyecciones de un cilindro inclinado, que muestra además las proyecciones de un punto **A** situado en una de las generatrices imaginarias del objeto. Pero lo que les resultará extraño será el significado de los deslizadores que se incluyen a la izquierda de la figura, que son precisamente los que permiten transformar de manera interactiva las dimensiones del objeto, "a la vista" del estudiante.

Resultados

Los trabajos realizados por los autores, relacionados con la introducción de la Geometría Dinámica, empleando el programa GeoGebra, se encuentran registrados en el sitio de proyectos de la Cujae, bajo el título "Aplicación del enfoque dinámico en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Geometría Descriptiva", que a su vez se encuentra asociado al proyecto principal institucional denominado "Proyecto Geogebra" [5].

En el cuerpo del proyecto se relacionan, entre otros, los resultados siguientes:

- Concepción metodológica para la implementación del enfoque dinámico en la enseñanza de la Geometría Descriptiva y procedimientos para la construcción de figuras.
- Desarrollo de más de 80 ejemplos de aplicaciones didácticas, que incluyen todos los contenidos básicos del programa de la asignatura, aplicados a manera de experiencia pedagógica en las conferencias de la asignatura Geometría Descriptiva, en la Facultad de Ingeniería Mecánica, en los cursos 2010-11 y 2011-12; y de forma interactiva con estudiantes de los Cursos por Encuentros (CPE), del curso 2011-12. En ese último caso, se obtuvo un resultado atípico para este tipo de cursos, pues aprobaron la asignatura el 90% de los estudiantes, muy superior al de las demás asignaturas que cursaron en ese semestre.
- Estos resultados se han divulgado en dos eventos científicos nacionales, efectuados en el año 2013: en el IX Taller Dulce M^a Escalona, en ISPEJV; y en el I Taller de Ingeniería Mecánica, en la Universidad de las Tunas; y además durante la realización del I Taller Nacional de GeoGebra, efectuado en la Universidad Central Marta Abreu, de Villa Clara.

- Los siguientes reconocimientos avalan los resultados anteriormente expuestos:
 - *Primer Premio, en el concurso de la Base Material de Estudio, del año 2010, en la categoría de medios de enseñanza, que se realiza anualmente en la Cujae;
 - *Evaluación de RELEVANTE, en el Forum de Ciencia y Técnica de ese año, en la Habana;
 - *Premio del Ministro al mejor trabajo de la Educación Superior, a nivel de Facultad, alcanzado por uno de los autores (Acosta, F), asociado a la defensa de su tesis doctoral.

Conclusiones

Como resultado de la actividad desarrollada en relación con el Proyecto GeoGebra y su aplicación en la asignatura Geometría Descriptiva, es posible considerar que:

- Existe un marco teórico en formación que permite fundamentar la introducción del "enfoque dinámico" en la enseñanza, que se enriquece con la aplicación realizada en la asignatura Geometría Descriptiva, propiciando la posibilidad de hacerla extensivo a otras disciplinas de Ciencias Técnicas.
- Las posibilidades del programa GeoGebra permiten la elaboración de aplicaciones interactivas para desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje de asignaturas de perfil gráfico, como la Geometría Descriptiva y Dibujo Técnico, para los cuales los autores han desarrollado procedimientos de trabajo específicos, empleando las posibilidades del programa GeoGebra.
- En la Enseñanza Superior el enfoque dinámico puede ser empleado al menos de tres formas: 1. La demostrativa, en la presentación de nuevos contenidos en correspondencia con el objetivo que se desee alcanzar; 2- En la resolución de tareas, en las que el estudiante opera directamente el programa, analiza situaciones complejas y se plantea y corrobora o refuta conjeturas; 3- Trazado de figuras relativas a problemas de Ciencias Técnicas, que pueden utilizarse con diferentes fines.

Referencias Bibliográficas

- 1- Goldenberg E, Cuoco A. *What is Dynamic Geometry?* Comentado en: Lehrer y Chazan D.(Edtrs) *Designing Learning Environments for Developing of Geometry and Space* (pp. 351–367): Lawrence Erlbaum Associates; Publishers; Mahwah; 1998.
- 2- León T. *Concepción didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría con un enfoque dinámico.* [Tesis doctoral]: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas; La Habana; 2007.
- 3- Campistrous L, Rizo C. *El proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática en las nuevas condiciones del desarrollo de la tecnología.* Congreso Nacional de Matemática: Holguín Cuba; Noviembre; 2007.
- 4- GeoGebra 4.4.10. (Programa de computadora). *Dynamic Mathematics for Everyone.* International GeoGebra Institute. Wolfauerstr Linz; Austria. En <http://www.geogebra.org>; 2014.
- 5- Proyecto GeoGebra. Instituto Superior José Antonio Echeverría: CUJAE; 2012; Intranet: <http://copernico.cujae.edu.cu/pages/MyProject.aspx>
- 6- Hohenwarter M. *GeoGebra - Educational materials and applications for mathematics teaching.* [Tesis doctoral]; University of Salzburg, Austria, 2006 [acceso 15 de octubre del 2015] Disponible en http://archive.geogebra.org/static/publications/pecs_2004
- 7- Rizo C, Campistrous L. *Una didáctica para el tratamiento de las situaciones de aprendizaje de la geometría con un enfoque dinámico en la escuela.* Síntesis en *Memorias de la RELME XX: Revista UNO.* Barcelona; 2007, p.62. Disponible en www.GeoGebra.org
- 8- León T. *Concepción didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría con un enfoque dinámico.* [Tesis doctoral]: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas; La Habana; 2007.
- 9- Rizo C, Campistrous L. *Geometría dinámica en la escuela, ¿mito o realidad?* *Revista UNO. Revista de Didáctica de las Matemáticas* Revista UNO: Competencias Matemáticas. Edición No. 45 de Abril-Mayo-Junio 2007. Editorial GRAO. Barcelona, España, pp. 65.
- 10- Campistrous L, López J. *La Geometría Dinámica.* Colección Tesoros de la matemática: Publicaciones del Centros Regional de Adiestramiento en Instrucción Matemática (CRAIM); 2006.
- 11- Gomez J. *Nuevos planteamientos metodológicos en la enseñanza de la Geometría Dinámica, con Cabri.* En: XVI CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA GRÁFICA INGEGRAF. Universidad de Alicante. Escuela Politécnica Superior. Departamento de Expresión Gráfica; España; 2004.

- 12- Flores E, Navas A. Propuesta didáctica basada en la teoría de Galperin utilizando el enfoque dinámico de GeoGebra en la enseñanza-aprendizaje de las cónicas. MATECOMPU 2013: XV Evento Internacional "La Enseñanza de la Matemática, la Estadística y la Computación; Universidad de las Ciencias Informáticas UCI, Habana; 2013.

Autores:

Lázaro Francisco Acosta Ruiz

Doctor en Ciencias Pedagógicas, Profesor del Departamento de Gráfica, Facultad de Ingeniería Mecánica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba.

M^a Cristina Pérez Lazo de la Vega

Doctora en Ciencias Pedagógicas, Profesor Titular del Departamento de Gráfica, Facultad de Ingeniería Mecánica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba.

Rogelio Acosta González

Máster en Ciencias, Profesor de Matemática, Universidad de Las Tunas, Cuba.