

Escher: Geometría y arte.

Un curso electivo

Jacinto Eloy **Puig** Portal

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes
Colombia

jpuig@uniandes.edu.co

Resumen

La finalidad de esta experiencia es estimular el potencial creativo de los estudiantes mediante el planteamiento de problemas de índole artístico y geométrico, que deberán resolver con el uso de *software* de libre acceso. La metodología se enmarca en las tendencias sociológicas de la pedagogía, el marco teórico principal lo constituyen los planteamientos didácticos emanados de la escuela de L. S. Vigotsky. Participan estudiantes de diversas carreras de la Universidad de los Andes, los trabajos realizados por los estudiantes están inspirados en la obra del artista gráfico holandés M. C. Escher. Los fundamentos geométricos abarcan, desde la geometría euclidiana hasta la geometría fractal. Las realizaciones de los estudiantes son presentadas en exposiciones de acceso al público de la ciudad. Se han realizado diez versiones del curso en cinco años. La experiencia puede ser implementada con adecuaciones en otros niveles de educación.

Palabras clave: Geometría, creatividad pictórica, procesamiento de imágenes con *software*, didáctica de la Matemática.

Introducción

En la mayoría de asentamientos humanos primitivos, se observan representaciones geométricas con carácter mágico. Los diseños simétricos aparecen en la etapa temprana de las civilizaciones, mucho antes del surgimiento de los primeros vestigios de escritura y cálculo numérico, por ello resulta vital para la educación matemática la geometría, la que está vinculada a las primeras representaciones que surgen en el proceso de formación del intelecto.

La educación matemática ha sufrido, en términos generales, el rechazo de un gran número de estudiantes, por el abuso de la formalización prematura derivada de los enfoques formales, con el consiguiente el abandono de la intuición y algunos aspectos de la Geometría. Esta situación afecta enormemente la enseñanza del cálculo diferencial e integral y, principalmente, del cálculo vectorial -esencial para la comprensión profunda de todos los procesos tecnológicos asociados al electromagnetismo-. Por ello, consideramos que el estudio de la geometría vinculado al arte y con apoyo de las nuevas tecnologías puede ser una de las tantas vías para estimular el apego de los estudiantes hacia las matemáticas.

Antecedentes y fundamento teórico experimental

La investigación original que sustenta esta experiencia se realizó entre los años de 1980 y 1984, como parte del doctorado en pedagogía realizado en la Universidad Pedagógica Estatal de Moscú, bajo la dirección de la Dra. Tatiana Ivanovna Shamova. Los fundamentos teóricos básicos se toman de los principios pedagógicos que emanan de la Escuela Histórico Cultural fundada por L.S. Vigotsky, así como varios trabajos monográficos de pedagogos y didactas rusos de Moscú y San Petersburgo, así como las recomendaciones de académicos y matemáticos dedicados a la educación matemática en diferentes niveles educativos (B. M. Tiplov, M. A. Danilov, L. I. Boshovich, G. I. Shukina, Yu. K. Babansky, M. I. Majmutov, M. N. Ckatkin, P. I. Pidkacisti, C. I. Arjanguelski, B. V. Genedenko, L. D. Kudriatsev y otros).

Cuando L.S. Vigotsky pone en relieve las contribuciones de la historia y la cultura en general en el desarrollo de los llamados “sistemas psicológicos funcionales”, no niega la existencia de otros factores, solamente destaca lo que a su modo de ver es determinante. En última instancia, esta postura concede un rol protagónico a la educación. En nuestra propuesta nos basamos en dos principios básicos: el primero se refiere al impacto que tienen en la consciencia las actividades con un contenido social, el segundo corresponde a la zona de desarrollo próximo y al papel de las relaciones interpersonales en el aprendizaje.

Contrario a lo que piensan algunos autores occidentales, el legado de Vigotsky ha sido profundamente estudiado por los investigadores rusos y, de hecho, hay una amplia gama de contribuciones, algunas lamentablemente poco acertadas, que en la mayoría de los casos han sido motivadas por presiones políticas durante la época soviética. En este sentido, muchas de las publicaciones de los investigadores rusos no han sido traducidas y, por tanto, permanecen sin difusión en occidente. Una de las pocas compilaciones de autores rusos sobre el tema, que existe en español, la encontramos en el libro *Antología de la psicología pedagógica y de las edades* (Iliasov, I.I y Liaudis, V. Ya., 1986).

La tesis doctoral desarrollada en la Universidad Pedagógica Estatal de Moscú se apoya en los resultados de una investigación teórico experimental -situada en la frontera de la psicología del aprendizaje y la didáctica de la matemática- dedicada a la activación de los procesos cognoscitivos de los estudiantes de ingeniería durante su estudio de las disciplinas matemáticas. Esta investigación se ha complementado con otras recientes y varios proyectos, entre ellos, dos tesis doctorales dirigidas por el autor de este trabajo: la primera (1985-1989) sobre programación de la enseñanza de la matemática para el uso de recursos informáticos y, la segunda (1988-1991), dedicada al enfoque sistémico en la dirección de los procesos de asimilación de conceptos básicos de las Matemáticas Superiores.

Las metodologías se implementaron en un proyecto masivo para el desarrollo de la inteligencia y la creatividad, en donde el autor estuvo a cargo de la dirección del grupo de estrategias pedagógicas. El proyecto se aplicó durante cuatro años en una amplia población de estudiantes de pre-universitario e Ingeniería (1992-1995). En este proyecto se integraron las concepciones previas con los estudios teóricos y prácticas sobre creatividad realizados por autores occidentales (Sigmund Freud, Ellis Paul Torrance, Joy Paul Guilford, Edward De Bono, Saturnino de la Torre, Carl Rogers, Humberto Maturana, Fernando González Rey, Albertina Mitjans, América González y otros).

Así mismo, entre 1995 y 1998 se han dirigido tres tesis de maestría: la primera titulada *Uso de hipertextos en el estudio del concepto de límite*; la segunda *Orientación*

profesional preliminar a los estudiantes de ingeniería mecánica; y, la tercera Desarrollo de las capacidades cognitivas de escolares para ingreso en colegios de alto rendimiento.

Además, el trabajo se sustenta en una práctica innovadora e ininterrumpida de la educación matemática, desde 1968 hasta la fecha, con reportes en eventos nacionales e internacionales.

El curso “Escher: Geometría y arte” es una asignatura electiva que se ha perfeccionado durante cinco años de oferta a estudiantes de diversas carreras de la Universidad de los Andes en Bogotá. Forma parte del Ciclo Básico Uniandino, cursos electivos que proporcionan a los estudiantes conocimientos culturales universales.

En esta experiencia tiene relevancia la interacción subjetiva en diferentes ambientes de aprendizaje, con estudiantes procedentes de diversas carreras, para analizar los fundamentos matemáticos de la obra del artista gráfico M. C. Escher y la producción conjunta o individual de diseños inspirados en sus grabados mediante el empleo de *software* de libre acceso. La complejidad de las tareas es la circunstancia que nos sumerge en las teorías de Edgar Morin.

El nivel de las competencias (Gallego Badillo, 1999), logrado por cada estudiante se manifiesta en la calidad de sus producciones artísticas. El componente cognitivo se valora a través de evaluaciones escritas y los componentes actitudinales se manifiestan en el grado de participación explícita durante las sesiones, donde el error es tratado como un elemento, integrante natural de los procesos de aprendizaje. Las clases se desarrollan con un empleo amplio de medios audiovisuales y, a través del continuo planteamiento de tareas con diversos grados de complejidad, se estimula la colaboración en la búsqueda de posibles soluciones, dada la procedencia heterogénea de los participantes.

Escher, la geometría y el sentido del aprendizaje.

Maurits Cornelis Escher fue un artista holandés que estudió artes gráficas, con un excelente dominio de la técnica del grabado en madera. Durante muchos años vivió en el sur de Italia y elaboró varios trabajos inspirados en los paisajes de la costa italiana y algunas edificaciones que particularmente llamaban su atención.

En un momento de su producción artística tuvo que abandonar Italia y regresar a Holanda donde el clima y el paisaje no lo inspiraban. Es así como comenzó a buscar en su interior la fuente de inspiración, en esta búsqueda surgió en el artista una cierta obsesión por cubrir el plano con figuras. En uno de sus viajes a España visitó la Alhambra, en Granada, y quedó fascinado con los diseños de los mosaicos árabes, hizo bocetos y los estudió detenidamente, hasta entender que en ellos hay regularidades que se sustentan en los movimientos rígidos que estudia la geometría y la deformación de los polígonos regulares que cubren el plano. A partir de este descubrimiento comenzó una febril producción artística de mosaicos conformados por figuras.

Posteriormente se interesó por otras curiosidades de la geometría, incursionando en las espirales, las transformaciones topológicas, superficies de una sola cara, los poliedros, origami, la geometría hiperbólica de Poincaré, los objetos imposibles, llegando a ser -a nuestro modo de ver- un precursor del arte fractal a través de sus grabados con aproximaciones al infinito con patrones en diferentes escalas.

Así, aquel estudiante que sólo se interesaba por el dibujo y el grabado, se transformó en un estudioso de muchos temas importantes de la ciencia matemática, tales

como las transformaciones topológicas y sus propiedades. Uno de sus trabajos más controvertidos, titulado *Galería de grabados*, ha sido minuciosamente estudiado y actualmente se asocia al llamado Efecto Droste que se presenta en las imágenes autoalusivas. Después de varios años de investigación, un grupo de profesores de la Universidad de Leiden logró construir, con técnicas de programación, el efecto escondido en el enigmático grabado, en que el autor firma en el centro, porque según sus propias palabras “allí todo se hacía tan pequeño que proseguir resultaba imposible”.

Escher encontró, en ciertas curiosidades de las matemáticas, un sentido que lo inspiró para producir muchas de sus sorprendentes obras, transformándose en un apasionado autodidacta para interpretar desde el arte temas tan abstractos como el infinito y la geometría hiperbólica.

El contenido del curso

El contenido del curso se basa en la selección de temas incluidos en el libro de Rafael Mariño titulado *La geometría en el arte y el diseño*. La secuencia de temas inicia en los fundamentos de la geometría y concluye con la geometría fractal. Hay dos propósitos asociados a la finalidad de la producción creativa de los estudiantes: primero estar en condiciones de apreciar en su cabal magnitud el arte de M.C. Escher; segundo que los estudiantes logren generar obras originales inspiradas en la producción artística de M.C. Escher con el empleo de *software* adecuado.

El primer ejercicio imaginativo que se le plantea a los estudiantes, es una variante del Test de Torrance sobre la creatividad pictórica. En este, se muestra al estudiante una hoja con una variedad de elementos de la geometría euclidiana y se le sugiere completar los dibujos. Las realizaciones de alto puntaje son las que logran establecer mayor cantidad de relaciones coherentes entre los elementos, lo que nos proporciona cierta información inicial sobre la fluidez, flexibilidad y originalidad figurativas de cada estudiante.

Los temas y tipos de producciones artísticas que conforman el curso son los siguientes:

- Conceptos básicos de geometría euclidiana (Rompecabezas pitagóricos).
- Geometrías no euclidianas (Mosaico de Henry Poincaré, versiones artísticas).
- Topología intuitiva (Metamorfosis en el plano).
- Movimientos rígidos (Frisos, rosetones y papel de coladura).
- Mosaicos (Técnicas de Escher para producir mosaicos con figuras).
- Razones, proporciones y semejanza (Proporción áurea y problemas de Fibonacci).
- Poliedros (Origamis modulares).
- Geometría fractal (Arte fractal).

Como se puede observar, esta secuencia de temas hace un recorrido breve, desde la geometría euclidiana hasta la geometría fractal. En todo el proceso se hacen continuas referencias a la obra de Escher. El curso termina con el tema de la geometría fractal, que nos sumerge en el ámbito de los números complejos, las sucesiones y las series. Si comparamos estos temas con el análisis que hace Bruno Ernst, notaremos muchos puntos de contacto. Según este matemático que tuvo la suerte de conocer vivencialmente la obra de Escher, la misma se puede dividir en 11 categorías:

- Figuras espaciales regulares (Poliedros).
- División regular del plano (Mosaicos).

- Espirales.
- Tiras de Möbius.
- Perspectiva.
- Metamorfosis y ciclos (Transformaciones topológicas).
- Accesos al infinito (Teselaciones hiperbólicas y proporciones).
- El conflicto entre la representación de algo sobre un plano y la realidad tridimensional que se representa.
- La penetración de varios mundos.
- Anomalías espaciales (Figuras imposibles).
- Relatividades.

El sistema de actividades o la dinámica del curso

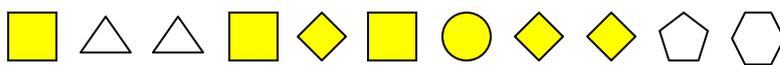
Los referentes esenciales antes mencionados se realizan de forma conjunta en el sistema de actividades, las clases son un componente principal de este sistema, pero el concepto de sistema de actividades va más allá de lo que tradicionalmente entendemos como “clase”. Este es un sistema dinámico que se configura atendiendo al comportamiento de varias variables, algunos componentes son relativamente estables, pero siempre se mantiene la naturaleza dinámica.

Formas de organización de la actividad cognoscitiva de los estudiantes.

- Clases magistrales 
- Laboratorios 
- Trabajo en pequeños grupos 
- Análisis de artículos 
- Foro 
- Evaluaciones escritas 
- Análisis de la evaluación escrita 
- Evaluación final, exposición gráfica colectiva 

Secuencia de actividades académica por unidad de estudio.

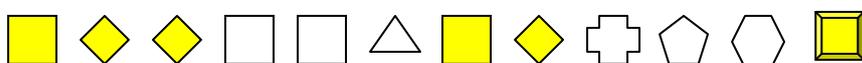
Primera unidad



Segunda unidad



Tercera unidad



Las resaltadas en amarillo se realizan con apoyo de recursos informáticos.

El trabajo en grupo.

El trabajo grupal es una variable siempre presente que se manifiesta con diferentes grados de intensidad, incluso en las clases magistrales hay momentos de sondeo, diálogo, reflexión conjunta, solución de problemas básicos y otros similares.

En el trabajo en pequeños grupos se admite hasta tres estudiantes, en casos especiales se permiten estudiantes aislados (informes de laboratorios, presentación final) y grupos de hasta cuatro estudiantes (estudio de los patrones de frisos y análisis de las técnicas de Escher para la construcción de mosaicos).

Las tareas.

La cualidad fundamental de las tareas es la presencia de elementos creativos en su realización lo que se manifiesta en la producción divergente del grupo, para lograr esto, las tareas son enunciadas en forma de pedidos de un cliente, donde se hacen especificaciones generales y la exigencia del empleo de técnicas y conceptos estudiados. Esta característica se mantiene en los enunciados que aparecen en las evaluaciones parciales, las palabras clave con que se inician estos enunciados son “construya” o “diseñe”.

Ejemplo: Diseñe frisos, rosetones y papeles de colgadura de modo tal que conserven una unidad temática en correspondencia con la locación de destino (ver figura).

Una tarea típica:

Solo puede usar lápiz y papel.

¿Es posible cubrir el plano con pentágonos?

En caso afirmativo haga el cubrimiento del plano.

¿Cómo definiría un pentágono isósceles?

¿Cómo representaría un pentágono isósceles con dos ángulos rectos?

Intente construir un pentágono isósceles con dos ángulos rectos no consecutivos.

Haga una hipótesis de simetría reflexiva en la figura. Verifique.

¿Cuánto miden los ángulos interiores del pentágono construido?

¿Será posible cubrir el plano con este pentágono?

Argumente su respuesta.

En caso afirmativo haga el cubrimiento del plano.

Los recursos informáticos.

En la secuencia de las actividades académicas aparecen sombreadas las que requieren del empleo de recursos informáticos, a continuación los relacionamos en orden cronológico.

El principal aporte de la experiencia es el empleo consecuente de recursos informáticos para alcanzar los objetivos declarados en el programa de la asignatura y que los estudiantes, como conclusión de lo aprendido, presenten una producción artística en una exposición colectiva en las instalaciones de MALOKA.

Los recursos empleados son: presentaciones en *Power Point*, procesamiento de información contenida en sitios web previamente seleccionados, videos en CD y en el portal Youtube, *software* de libre acceso para la realización de los laboratorios y los trabajos finales.

En las primeras ediciones del curso el empleo de los recursos informáticos fue muy limitado, a medida que se repitió la experiencia se fueron incorporando estos recursos, algunos con los aportes de los estudiantes, como resultado de la búsqueda de información que requerían las tareas planteadas en los laboratorios.

Los *software* empleados en la actualidad son: GEOGEBRA, JIMP + MATH MAP, JAVA KALI, TESS, KALEIDO TILE, MANPWIN Y CHAOS PRO

Se referencian más de 50 direcciones de sitios web y 15 presentaciones elaboradas por el profesor con las que se trabaja en el curso.

El sistema de evaluación

El sistema de evaluación se compone de tres elementos básicos, los informes de laboratorio y talleres que, en conjunto, representan el 15% de la nota final; tres pruebas parciales cada una con un valor del 20% de la nota final; y, el examen final, con un valor del 25%. Para estimular la participación de los estudiantes en la clase se otorga un puntaje adicional que se suma a la nota de la tercera prueba parcial que se realiza al concluir el curso. El examen final es un proyecto que se presenta en carteles sobre una de las temáticas del curso seleccionada por el profesor. Cada semestre la temática es diferente y los trabajos se presentan en una exposición colectiva y que es calificada por un jurado.

Durante el desarrollo del curso el estudiante realiza tareas en los laboratorios, que le permiten un adiestramiento para la presentación del proyecto final.

Conclusiones

La experiencia descrita constituye una aproximación al estudio de la geometría desde una perspectiva que se diferencia sustancialmente de los enfoques tradicionales, el hecho de ser un curso electivo en donde participan estudiantes de diferentes carreras, algunas muy alejadas del saber matemático, nos permite suponer que es posible implementarla en otros niveles de educación con adecuaciones pertinentes.

En todas las culturas primitivas, encontramos representaciones artísticas de la naturaleza que adoptan la forma de figuras geométricas, por tal razón no resulta descabellada la idea de vincular el estudio de la geometría al arte, como una de las vías para incentivar en los estudiantes el interés por esta importante rama de las matemáticas.

La obra de Escher y su propia biografía, son un ejemplo de cómo se puede lograr cambiar la predisposición de los estudiantes hacia la matemática, si la vinculamos a otras esferas de interés. Se confirma así una vez más la tesis de Vigotsky sobre el impacto en la consciencia de las tareas con significado social.

Las nuevas tecnologías son un poderoso aliado de los profesores. Para lograr una mayor implicación de los estudiantes en las actividades académicas, este logro tecnológico de la cultura, es un instrumento que cambia radicalmente la relación del los estudiantes con el conocimiento y las actividades que se pueden generar para lograr producciones creativas.

La experiencia fue seleccionada en el año 2006 de las competencias matemáticas como experiencia significativa de la educación superior.

En junio de 2007 se realizaron dos talleres con maestros de colegios, en el marco IV Encuentro Nacional y I Internacional de Matemática y Tecnología, en el Colegio

Champagnat de Bogotá. Tuvo muy buena acogida por parte de los participantes, además se realizó una conferencia divulgativa con estudiantes del Liceo de la Universidad Católica de Colombia, sobre el tema del Efecto Droste y la obra *Galería de grabados* de Escher.

Durante dos años se han presentado exposiciones en el centro interactivo MALOKA en la ciudad de Bogotá con buena recepción del público que asiste a esta institución de divulgación científica.

Una amplia selección de los trabajos se presentó en el XVII Congreso Colombiano de Matemáticas que tuvo lugar en la ciudad de Cali (Colombia) en agosto de 2009. En el marco del 45 aniversario de la carrera de matemáticas en la Universidad de los Andes, se presentó una exposición retrospectiva con los mejores trabajos presentados en los diez semestres de existencia del curso. En el evento inaugural de la exposición, contamos con la presencia de la agregada cultural de la Embajada de Holanda, la que resultó gratamente sorprendida con las realizaciones de nuestros estudiantes procedentes de una amplia diversidad de carreras. Se han presentado exposiciones en la XI EXPOCIENCIA – EXPOTECNOLOGIA 2009, evento de carácter nacional que se realiza en CORFERIAS, así mismo, en la V Edición del Encuentro Latinoamericano de Diseño en la Universidad de Palermo en Buenos Aires (Argentina).

Para estos eventos hemos contado con el apoyo financiero de la Rectoría de la Universidad de los Andes, la Decanatura de la Facultad de Ciencias y la Dirección del Departamento de Matemáticas.

En la actualidad está en proceso de redacción un libro que recoge las experiencias y planteamientos metodológicos del curso, ilustrado con los mejores trabajos realizados por los estudiantes que han participado en las diferentes ediciones del curso.

Figuras



XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil, 2011.

Figura 1. El autor en el evento del año de las competencias matemáticas. Jurado de evaluación. Taller con maestros de colegios. Una de las exposiciones en MALOKA. Estudiantes en el salón resuelven una tarea en parejas, en primer plano la monitora del curso. La directora de MALOKA y la presidenta del jurado evaluador. Estudiantes resuelven una tarea individual Dos visitantes a una exposición en la Universidad. Un cartel de promoción. Panel con imágenes fractales elaboradas por los estudiantes.



Figura 2. Sección de una exposición abierta al público en MALOKA



Figura 3. El autor y el diseñador-curador de la exposición retrospectiva cinco años. Imágenes del acto inaugural: el Rector de la universidad de los Andes, la agregada cultural de la Embajada de Holanda, el director del departamento de Matemáticas, profesores e invitados.

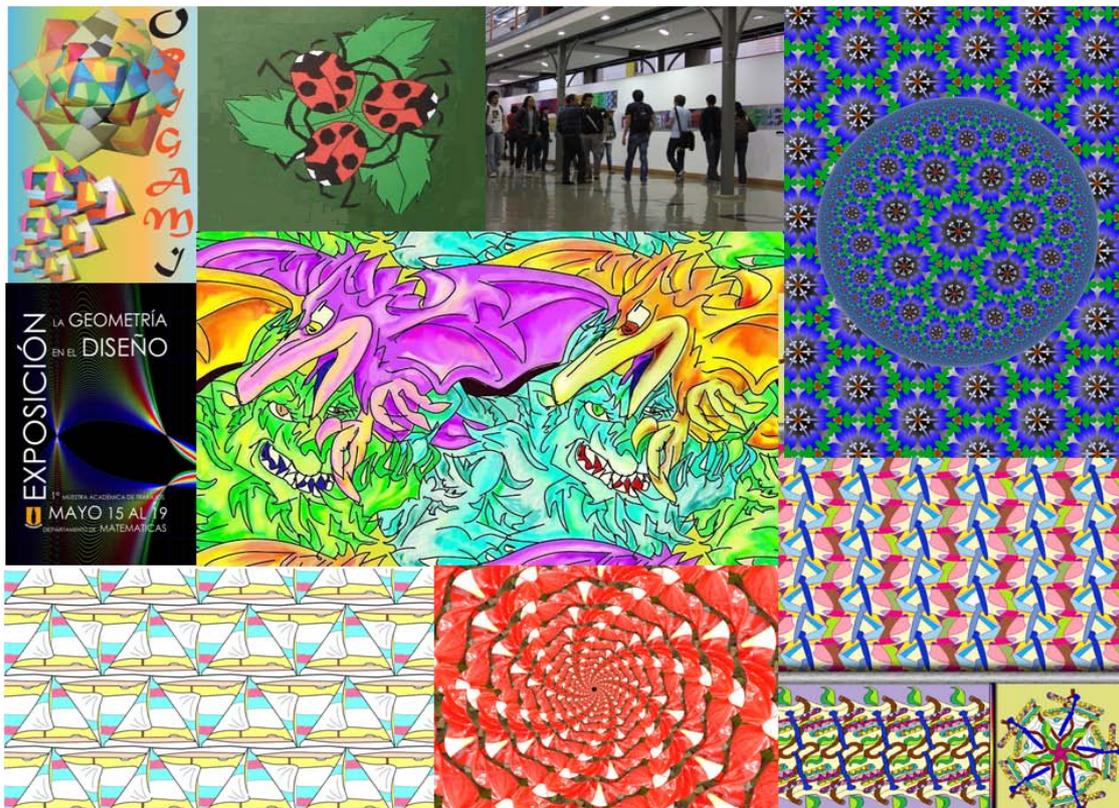


Figura 4. Trabajos realizados por estudiantes sobre diversos temas del curso.

Bibliografía y referencias.

- Arjanguelsky, C. I. (1980). El proceso docente en la Escuela Superior, sus regularidades fundamentales y métodos. Moscú. Ed. La Escuela Superior [En idioma ruso].
- De Bono Edward. (2000). El pensamiento lateral. Manual de creatividad. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- Ernst Bruno. (2007). El espejo mágico de M.C Escher. Colonia: Editorial Taschen [Título original: Magic Mirror of M.C. Escher].
- Gallego Badillo, Rómulo. (1999). Competencias cognoscitivas. Un enfoque epistemológico, pedagógico y didáctico. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Gnedenko, B. V. (1981). La educación matemática en los Centros de Educación Superior (CES). Moscú: Ed. La Escuela Superior [En idioma ruso].
- González Rey, Fernando. (2002). Sujeto y subjetividad. Una aproximación histórico-cultural. México: Editorial Thompson.
- Iliasov, I.I y Liaudis, V. Ya. (1986). Antología de la psicología pedagógica y de las edades. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Leontiev, A. M. (1959). Los problemas del desarrollo del psiquismo. Moscú: Editorial Academia de Ciencias Pedagógicas [En idioma ruso].
- Majmutov, M.I. (1983). La enseñanza problemática. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

- Mariño Sarmiento, Rafael. (2004). *La geometría en el arte y en el diseño*. Bogotá: Ed. Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias.
- Maturana, Humberto. (1983). Fenomenología del conocer. *Revista de Tecnología Educativa*, Vol. 8, No. 34.
- Mitjans Martínez, Albertina. (1995). *Creatividad personalidad y educación*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Morin, Edgar. (2001). *Introducción al pensamiento complejo*. España: Editorial Gedisa.
- Pidkasisty, P.I. (1980). La actividad cognoscitiva independiente de los escolares en la enseñanza. Investigación teórico-experimental. Moscú: Ed. Pedagogía [En idioma ruso].
- Puig Portal, J. E. (1984). Activación de los procesos cognoscitivos de los estudiantes de ingeniería, durante el estudio de las disciplinas matemáticas. Resumen de la tesis doctoral. Moscú: Editorial de la Universidad Pedagógica Estatal de Moscú [En idioma ruso].
- Puig Portal, J.E. (2000). Sobre regularidades del caos y creatividad en educación: Reflexiones. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Pensamiento Complejo*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia [Soporte en CD].
- Puig Portal, J. E. (2006). La geometría en el arte y en el diseño. *Portal Colombia aprende*. Ministerio de Educación Nacional de la República de Colombia. Experiencia 125.
- Puig Portal, J. E. (2006). Ambientes de aprendizaje centrados en los estudiantes. *Revista electrónica. Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 1, No. 1, pp. 78-84.
- Rogers, Carl R.; Freiberg H., Gerome. (1986). Libertad y creatividad en educación. En la década de los ochenta. España: Editorial Paidós.
- Shamova, T. I. (1982). Activación del aprendizaje de los escolares. Moscú: Ed. Pedagogía.
- Vigotsky L.S: *Pensamiento y lenguaje*. (1982). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Apéndice A

Ejemplo de un instructivo de laboratorio.

Sexto laboratorio. Instrucciones.

Este laboratorio está dedicado a los mosaicos de Escher.

1- Antes deben revisar los conceptos sobre mosaicos vistos en la clase anterior en la web: <http://usuarios.lycos.es/acericotri/mosasemi.htm>

Desde el inicio del curso hemos observado los trabajos de Escher y su tendencia a cubrir el plano con figuras adyacentes que se complementan armónicamente.

Después de estudiar en forma detenida y minuciosa los mosaicos árabes del palacio del Alhambra, Escher diseñó diversas técnicas para construir sus mosaicos. Estas técnicas se basan en los movimientos rígidos, es decir en las traslaciones, las rotaciones, las reflexiones y el planeo.

En el libro del profesor Mariño se describen algunas de estas técnicas, debe estudiarlas porque pueden ser objeto de evaluación.

Ya vimos como a partir de un hexágono regular, Escher construyó su grabado REPTILES, es un motivo que aparece en muchas de sus obras, con diferentes grados de complejidad.

En el laboratorio vamos a construir mosaicos en el estilo de Escher, con ayuda del programa TESS.

2- Revisar en la web del curso los trabajos realizados por los estudiantes en semestres anteriores con el programa TESS. Los trabajos están en la carpeta DEFINITIVOS.

3- Entrar en la web <http://www.tessellations.org/> En el menú principal entrar en el link TESSELLATIONS y revisar el contenido del submenú.

En el submenú GALLERIES les recomiendo revisar los trabajos de DAVID

4- Estudiar detenidamente el submenú DO IT YOURSELF

5. RECOMENDACIONES

Debe buscar el programa TESS en su equipo, o en la web <http://www.peda.com/tess/>

En esta página pueden ver muchos trabajos en <http://www.peda.com/tess/contest.html>

Ha de elegir un polígono inicial EN LAS OPCIONES DE PAVIMENTACION DE HEESCH para construir su mosaico irregular escheriano.

Al elaborar sus diseños trate que el contorno deformado sea simple, de modo que la decoración interior dé el sentido escheriano del diseño, para lograr algo realmente hermoso deberá hacer varios ensayos.

De este laboratorio no se hace informe, pero RECUERDEN QUE ES PARTE DE LO QUE SE EVALUA EN EL TERCER PARCIAL

Profesor: *Jacinto Eloy Puig Portal*