

Ideas para enseñar: Propuesta didáctica de la sección áurea manifestada en la pintura y la fotografía

Henry Oswaldo Correa Vargas, Dídimo Vera Barrios

Resumen	<p>Propuesta didáctica para la enseñanza de la sección áurea en estudiantes de grado noveno o superior (entre 14 y 17 años) del sistema colombiano de educación, al promover un trabajo activo e interdisciplinario, evidenciando conexiones de ésta con otros conceptos matemáticos, desde su exploración, argumentación y evaluación en aplicaciones a pinturas y fotografías.</p> <p>Palabras clave: Sección áurea, compás áureo, didáctica, geometría, proporcionalidad.</p>
Abstract	<p>This is a didactic approach for the teaching of the golden section in students from ninth grade or higher (between 14 and 17 years) of the Colombian education system, by promoting an active and interdisciplinary work showing connections of this with other math concepts, from its exploration, argumentation and evaluation in applications to paintings and photographs.</p> <p>Key words: Golden section, golden compass, didactics, geometry, proportionality</p>
Resumo	<p>Proposta didática para o ensino da seção áurea em alunos do 9º ano ou superior (entre 14 e 17 anos) do sistema de educação colombiana, promovendo um trabalho interdisciplinar e ativo mostrando conexões deste com outros conceitos de matemática, de sua exploração, a argumentação e a avaliação em aplicações de pinturas e fotografias.</p> <p>Palavras-chave: Seção áurea, a bússola de ouro, didática, geometria, proporcionalidade.</p>

1. Introducción

Reconociendo que la sección áurea refleja la armonía entre tres medidas desiguales su importancia radica en que se definen encuadramientos y distribuciones que usados en las pinturas permiten que los elementos visuales puestos en juego (colores, formas, simetrías, fondos, etc.) compartir una relación agradable para los sentidos, mostrando así una estética que puede describirse matemáticamente. En la propuesta se involucra el compás áureo como elemento que permite determinar o construir de manera más rápida y/o precisa formas con las que se relaciona esta proporción.

Este material facilita en diversas expresiones artísticas el uso de la sección áurea para describir y reconocer representaciones que están tras la estética y/o la armonía en una obra. Se debería disponer en el aula este material para su exploración y utilización, encaminado al análisis de formas y la comparación de objetos y representaciones donde está presente la sección áurea.

Las acciones propuestas se enfatizan en la exploración visual de la sensación que producen las formas, el análisis de algunas pinturas con ayuda del compás áureo y la creación de fotografías clásicas, entendidas como las no editadas, estos campos son expresiones visuales de la realidad, que contribuyen a reconocer, significar y comprobar la sección áurea en obras creadas por el hombre, buscando resultados que agraden en la presentación y percepción, beneficiando un trabajo visual que oriente una posibilidad de reconocimiento y uso, ya que se manifiesta en elementos cotidianos de la naturaleza y el arte.

2. Análisis matemático e histórico de la sección áurea

La revisión de documentos, permite identificar que se han involucrado similares interpretaciones geométricas y algebraicas de la sección áurea; desde su origen otorgado a Pitágoras (aprox. 582a.C.-507a.C.) para quien “todo es número”, lo que le permitió concluir que existe una ley matemática y divina que organiza los elementos del mundo en una armonía perfecta, llamada: la sección áurea. Posteriormente, Euclides (aprox. 325a.C.-265a.C.) la define como:

“Se dice que una recta ha sido cortada en extrema y media razón cuando la recta entera es al segmento mayor como el (segmento) mayor es al menor”. (Euclides Libro II, 1991, pp. 284-285)

Y los griegos se apegaron muy pronto a su utilización, llevándola a algunas artes griegas y renacentistas, al inspirarse en una belleza natural de la armonía que debe distribuir las dimensiones y formas en la creación artística.

Los procedimientos geométricos del estudio de la división divina y armónica de un segmento, las encontramos en las proposiciones II-11 y VI-30 de Euclides; cuyas construcciones se sustentan en la comparación algebraica de las longitudes, que llevaron a Kepler (1571-1630) a determinar el valor numérico de la sección áurea

(phi): $\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 1,618$, a partir de una ecuación de segundo grado que surge de

multiplicar los medios por los extremos en la proporción $\frac{a}{b} = \frac{b}{c}$, que también corresponde con la Tercera Proporcional del Teorema de Tales.

La propiedad más representativa de la sección áurea es la autoreproductividad, que se puede probar geoméricamente, al ir dividiendo un segmento y los resultantes en sección áurea; y algebraicamente, al tener la progresión geométrica $\phi^0, \phi^1, \phi^2, \phi^3, \dots, \phi^n$ (cuya razón es ϕ) donde un término cualquiera es igual a la suma de los dos precedentes, similar a la sucesión de Fibonacci (1170-1240). Considerándose que precisamente el límite de las razones entre los términos

consecutivos de esta última es phi: $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{F_{n+1}}{F_n} = \phi$

Las formas más asociadas con manifestaciones de la sección áurea son el pentagrama (el pentágono regular con todas las diagonales trazadas) que sirvió de símbolo para reconocer a los pitagóricos; el rectángulo áureo y el triángulo áureo cuya razón entre lados desiguales es ϕ ; y la espiral de Durero.

3. Revisión a la didáctica de la geometría

La propuesta se fundamenta en propuestas pedagógicas que reconocen la importancia de enseñar geometría a partir de ambientes cotidianos y culturales, y del empleo de materiales didácticos para analizar las acciones propuestas.

Como la geometría constituye una importante fuente de modelación y un ámbito para desarrollar el pensamiento espacial y procesos de nivel superior y, en particular, formas diversas de argumentación (Lineamientos Curriculares, 1998); entonces, un estudio analítico, crítico y argumentativo de la sección áurea, permitirá al estudiante establecer relaciones entre objetos del ámbito cotidiano y la matemática, porque sirve de mediadora en la descripción y expresión de ideas.

Podemos apreciar la belleza del mundo natural y artificial que nos rodea por nuestra capacidad de percibir formas en nuestra cultura. Bressan, et ál (2000) y Riveros y Zanocco (1992) defienden que la enseñanza de la geometría posee un valor estético y cultural, ya que a través de la geometría algunos artistas se han inspirado en la armonía de las relaciones geométricas residentes en la naturaleza, empleándose de esta manera la geometría como uno de los medios para diseñar y enseñar estética (hay geometría en la pintura, la escultura, la danza, el tatuaje, la moda, el paisajismo y otras manifestaciones artísticas).

Siguiendo la teoría Van Hiele (1959) en niveles como en fases, se inicia con un nivel de visualización o exploración de la sección áurea, al no tener en cuenta las propiedades y relaciones entre las formas asociadas o entre sus partes, sino la discriminación estética para decidir que formas agradan más que otras. Pasando al segundo nivel con acciones de análisis, para el descubrimiento y la comprobación de propiedades en las formas asociadas a la sección áurea, desde una exploración utilizando el compás áureo, para aproximar las características de este concepto. El tercer nivel corresponde a la abstracción de las relaciones entre propiedades de formas asociadas a la sección áurea con ayuda y guía del profesor. La evaluación corresponderá a las consideraciones para decidir qué formas y propiedades de la sección áurea estarán en la fotografía.

En todas las situaciones presentadas se pone en suma consideración la recolección recíproca de información profesor-alumno (fase 1 de los Van Hiele). Además, están diseñadas en una perspectiva donde el profesor puede dirigir a los estudiantes proporcionándoles material para la comprensión de la sección áurea (fase 2). Como la comunicación es un elemento importante de la propuesta es necesario que los estudiantes expliciten las formas y propiedades que vaya reconociendo (fase 3). Los conocimientos adquiridos serán aplicados posteriormente a una situación distinta (fotografía) de las presentadas (pinturas), pero con estructura comparable (fase 4). La integración de las argumentaciones y acciones incentivará la reflexión acerca de lo realizado y otras posibilidades de explorar la sección áurea en otros campos del saber (fase 5).

4. Mirada a la historia del arte

Durero (1471-1528) muestra que se trabajan diversas estéticas y que la que se fundamenta en la sección áurea es la llamada “Belleza Estética de las Proporciones”, la cual es posible analizar y emitir un criterio sobre determinada obra, alrededor de los siguientes elementos:

- Orden: Da la debida medida a los elementos considerados por separado.

- Proporción: Esquema geométrico de la obra basado en la sección áurea.
- Simetría: Concordancia correcta entre los miembros de la obra misma, y relación entre las diferentes partes y el esquema general del conjunto en concordancia con una cierta parte elegida como estándar.
- Simbolismo: Expone sentido de la obra y una concepción del universo.
- Eurytmia: Es la belleza y propiedad en la disposición de los elementos.

Para Medina (2006) lo que se produce en artes plásticas a finales del siglo XIX y a comienzos del siglo XX está ligado con unos movimientos de vanguardia y hay un cambio muy pronunciado que se produce a partir del impresionismo y después de esto cambia la concepción artística que consideraba que el arte estaba emparentado con el renacimiento italiano, con el naturalismo y con “lo bello”: “Lo bello viene de una noción renacentista ligada a la Grecia clásica” para identificar aplicaciones de la sección áurea en la pintura.

5. Etapas de desarrollo en el aula

5.1. Primera Etapa

Introducción exploratoria y argumentativa al concepto sección áurea, para el reconocimiento, construcción e identificación de propiedades en las formas con que se relaciona.

5.1.1. Situación 1

Se retoma la idea que hizo parte del estudio que en 1876 Theodor Fechner (1801-1887), padre de la psicología física, realizó sobre las ideas de belleza y sobre las preferencias estéticas de gente corriente sin ningún aprendizaje estético, pidiendo a numerosas personas que escogieran entre diferentes rectángulos (incluyendo el cuadrado y el rectángulo áureo) aquél cuya forma más les agradara:

1. *A partir de los cinco rectángulos pintados cada uno de diferente color, y haciendo abstracción del color en que cada uno está pintado, piense cuál le resulta más agradable por su forma, por sus proporciones.*

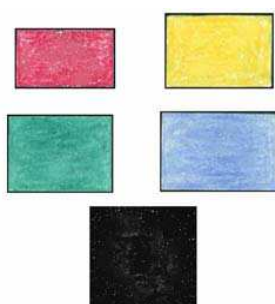


Figura 1. Rectángulos (rojo, amarillo, verde, azul y cosmos)
Fuente: Extremiana (2004)

5.1.2. Situación 2

Con las indicaciones que fundamentan las situaciones se promueve a desarrollar habilidades de coordinación visomotora, percepción figura-fondo, constancia perceptual o constancia de forma, tamaño y posición, percepción de la posición en el espacio, percepción de relaciones espaciales entre objetos, discriminación visual, memoria visual; con las cuales se complementan el proceso de visualización y la capacidad para manipular y analizar imágenes mentales, así

como la transformación de conceptos, relaciones e imágenes en otras clases de información, a través de las representaciones visuales externas:

Observa las siguientes láminas relacionadas con la obra “Semitaza Gigante Volando Con Anexo Inexplicable De Cinco Metros De Longitud” hecha en 1949 por Salvador Dalí (1904-1989)

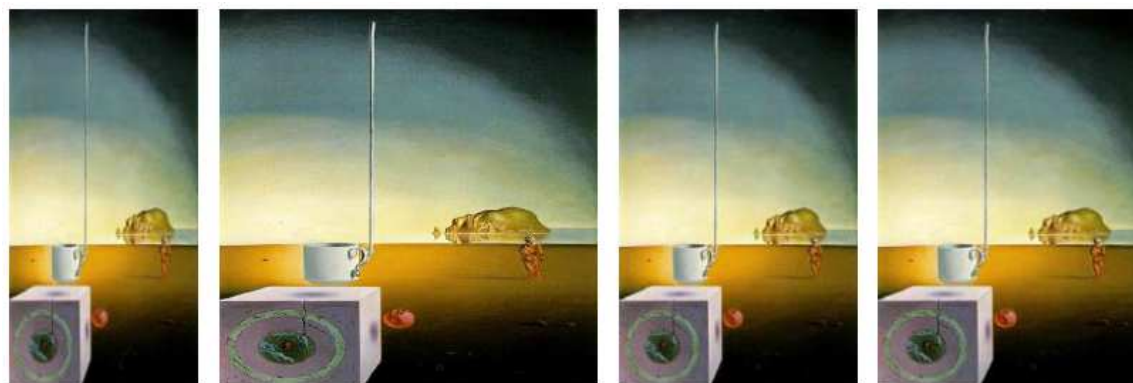


Lámina A

Lámina B

Lámina C

Lámina D

Figura 2. Variaciones de “Semitaza Gigante Volando Con Anexo Inexplicable De Cinco Metros De Longitud”

Fuente: Obra con proporciones originales de Mariño (2004)

1. Una de las láminas mantiene las proporciones de la pintura original ¿Cuál crees que es? Escribe tus razones por las que escogiste esa lámina y no otra.
2. Identifica y escribe las formas geométricas que más se presentan en las láminas.
3. En cada lámina traza un segmento horizontal de lado a lado que la dividida en dos regiones rectangulares. ¿Cuál fue el criterio para definir donde trazarlo? ¿En qué otros lugares se puede trazar el segmento?
4. Ubica y traza un segmento horizontal de manera que el rectángulo formado en la parte inferior sea semejante al rectángulo formado por el borde de la lámina. ¿Es posible ubicar en todas las láminas este segmento? ¿Qué características presentan las láminas donde se puede trazar el segmento?
5. En las láminas que sea posible traza un segmento horizontal de manera que en la parte superior se forme un cuadrado.
6. Hay una lámina que mantiene las proporciones de la pintura original y permite las construcciones de los puntos 4. y 5 trazando un solo segmento. ¿Cuál es?
7. En la lámina establecida en el punto anterior traza un segmento vertical que forme un nuevo cuadrado hacia la derecha del interior del rectángulo formado en la parte inferior, luego un segmento horizontal que forme un nuevo cuadrado con la esquina izquierda y el segmento vertical que trazaste. ¿Este proceso es limitado? ¿En qué beneficia el trazo de formas y la descripción de la obra?
8. El recorrido de la sombra al interior del cuadrado puede continuarse a través de los nuevos cuadrados que se forman ¿Qué forma describe ese trazo?

5.2. Segunda Etapa

Presentación de pinturas para que los participantes analicen, identifiquen y construyan modelos geométricos asociados a la sección áurea, soportados en una herramienta intermediaria como el compás áureo.

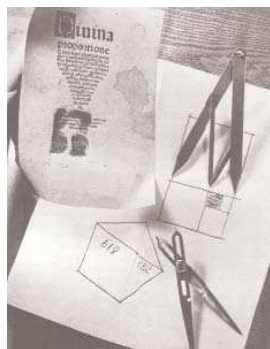


Figura 3. Compás áureo

El Compás Áureo: Desde unos materiales comunes y el seguimiento a unas indicaciones específicas, se podrá construir un modelo concreto de compás áureo con el que se le busca facilitar, inicialmente en pinturas y posteriormente en fotografías, el establecimiento de divisiones y formas aproximadas que involucran la sección áurea. Este material se sustenta matemáticamente en el teorema de Tales, el cual contribuye a la descripción de las razones, proporciones y semejanzas que guardan las formas.

Se retoma el modelo construido del compás áureo, para facilitar la construcción e identificación de formas que crecen o decrecen manteniendo semejanza con las formas iniciales, promoviéndose un reconocimiento de la propiedad autoreproductiva de la sección áurea, desde algunas de las formas con que se le asocia. Estas actividades de análisis de pinturas deben procurar no alejarse de la permanente comparación entre las relaciones asociables a la sección áurea que se establecen durante la construcción, para que éstos trazos sean asociados directamente con partes de la obra, que lleven a inferir que están distribuidas guardando la proporción áurea y la armonía.

Las acciones planteadas sobre pinturas similares a las presentadas en la etapa anterior, buscan contrastar las posibilidades de acción y análisis que genera la mediación del compás áureo y así establecer algunos de sus beneficios.

En la actividad se debe definir un boceto que se asocie de manera directa con partes de una pintura, beneficiando la correspondencia que guarda con la sección áurea, lo cual permita inferir sobre qué usos se le puede dar al concepto, qué puede describir y qué posibles simbolismos involucra, fundamentado en las distribuciones y en las formas usadas por el artista, dentro de una concepción estética específica, para facilitar y generar relaciones en sus obras.

5.2.1. Situación 3

Se construye el compás áurea partiendo de las indicaciones y soportado en los gráficos del proceso de construcción. Se necesitan los siguientes materiales: 4 palitos de igual medida (20 cm. o más) y 4 chinchas.

Paso 1. En 2 de los cuatro palitos marca un punto a una medida que se determina multiplicando la longitud total del brazo por 0.618 (Ejemplo: en el caso de medir 20 cm. el punto se ubica a 12.36 cm.)

Paso 2. Perfora esos dos palitos por un extremo de manera que al unirlos con un chinche los puntos no queden a igual distancia de la unión. Llamaremos brazo a cada palito de esta unión.

Paso 3. Perfora ambos puntos y con un tornillo o chinche una por el extremo un palito de los restantes.

Paso 4. Se cruzan estos últimos palitos de manera que al unirlos con un chinche por el extremo, quedan paralelos respectivamente a un brazo.

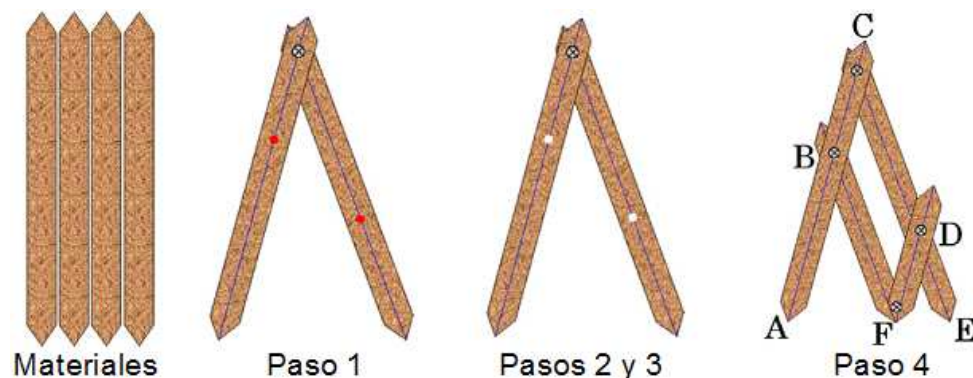


Figura 4. Construcción del compás áureo

5.2.2. Situación 4

Reconocer relaciones entre las formas asociadas a la sección áurea, como entre el rectángulo áureo y la espiral de Durero, permite ver cómo se puede definir la construcción de la espiral a partir del rectángulo, formas presentes en la pintura de Dalí: "Semitaza Gigante Volando Con Anexo Inexplicable De Cinco Metros De Longitud" (1949), y posibilitar una descripción de cómo fue el boceto establecido por el artista y que beneficios generó:

En la siguiente lámina y con ayuda del compás áureo

1. Establece si la razón entre las dimensiones del rectángulo que encuadra la obra es aproximada a la razón asociada al compás áureo.

2. Con ayuda de una regla y del compás áureo:

- Establece el punto que divide en sección áurea el borde izquierdo de la lámina (la parte mayor ubícala arriba) y traza por este punto un segmento horizontal de lado a lado. ¿La longitud mayor obtenida al dividir en sección áurea la altura es igual al ancho de la lámina?

- Establece el punto que divide en sección áurea el borde inferior de la lámina (la parte mayor ubícala a la derecha) y traza por este punto un segmento vertical que vaya hasta el segmento trazado en el punto anterior. ¿Qué formas se determinaron?

- A la parte menor establecida por dividir en sección áurea el borde izquierdo, determínale la división en sección áurea (la parte mayor ubícala abajo) y traza un segmento horizontal hasta que se corte con el segmento trazado en el punto anterior.

- Identifica la regularidad del proceso de



Figura 5. Semitaza Gigante Volando Con Anexo Inexplicable De Cinco Metros De Longitud
Fuente: Mariño (2004)

construcción y representa el siguiente momento. De no ser por la falta de espacio ¿Ese proceso sería ilimitado?

3. *¿El compás áureo beneficia el proceso de construcción? Explica por qué.*

5.2.3. Situación 5

Siguiendo con el establecimiento de relaciones entre las formas asociadas a la sección áurea, se hace énfasis en el pentagrama y el triángulo áureo, donde además de resaltar que dichas formas involucran la propiedad autoreproductiva, se mantiene que son involucradas por artistas, como en la obra por Dalí: "Cristo de San Juan de la Cruz" (1951), para distribuir elementos a partir de uno estándar. En esta pintura se encuentran al menos dos triángulos áureos, uno que enmarca el Cristo y otro que enmarca la cruz y a partir de éstos se pueden establecer pentagramas que igualmente enmarcan elementos relevantes.

A partir de la siguiente lámina

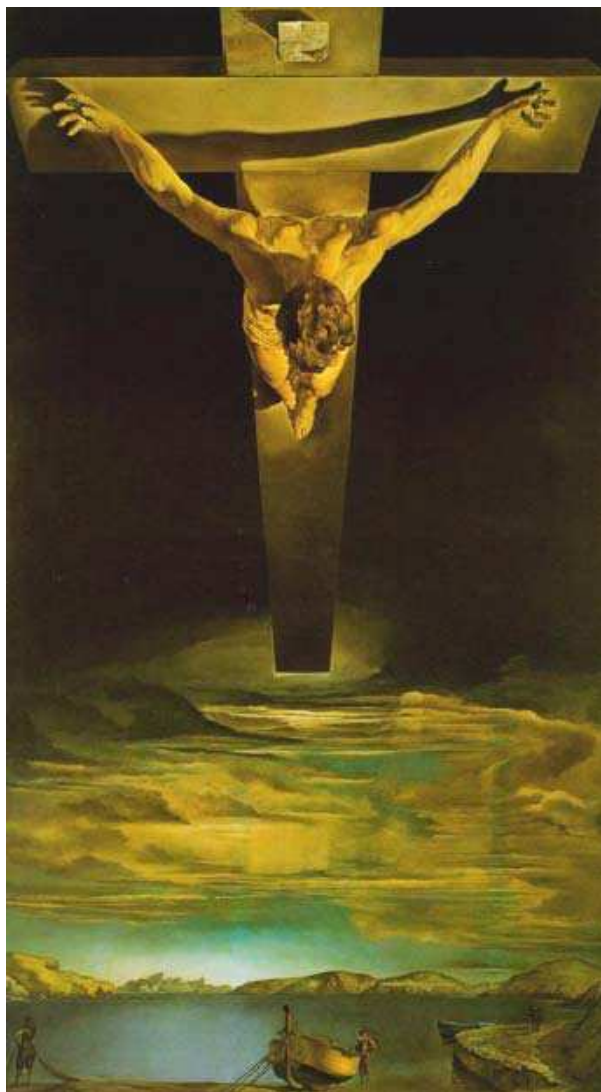


Figura 6. Cristo de San Juan de la Cruz
Fuente: Mariño (2004)

1. *Identifica y une con el trazo de segmentos los siguientes tres puntos: el punto medio de la línea que une el agua con la tierra (punto de fuga A); y las esquinas superiores frontales de los brazos de la cruz (márcalos si es necesario, B y C respectivamente). ¿Qué figura obtuviste? Menciona algunas de sus características.*
2. *Con ayuda del compás áureo establece el punto D que divide un lado mayor del triángulo en sección áurea, ubicando arriba la parte menor.*
3. *Traza un segmento que una el vértice del triángulo con el punto D, para dividirlo en dos triángulos. ¿Cómo son los nuevos triángulos? ¿Se puede establecer semejanza entre ellos, o ellos con el inicial? Argumenta tu respuesta.*
4. *Divide en sección áurea con un punto E el segmento trazado en el punto anterior, de manera que la parte mayor quede entre E y el vértice B o C según corresponda. traza un segmento entre el punto E y el vértice opuesto del triángulo ubicado en la parte superior ¿Cómo son los nuevos triángulos obtenidos? ¿Te parecen conocidos? ¿Cómo son las nuevas*

ubicaciones con respecto a los anteriores?

5. Sigue utilizando el compás áureo para continuar hasta donde puedas con el proceso descrito ¿Cuántos triángulos semejantes al inicial construiste? Si tuvieras una súper lupa o microscopio ¿Cuántos nuevos triángulos construirías? Explica.
6. ¿Cuáles vértices, de todos los triángulos semejantes, unirías con una curva para generar una espiral aproximada a la siguiente? ¿Cómo definiste cuál sería el segundo vértice por el que pasaría la curva?, ¿El tercer vértice?, ¿El quinto vértice?



5.2.4. Situación 6

Para la escogencia de las pinturas se sigue mostrando una inclinación o preferencia por obras que incluyen una “belleza” caracterizada por las proporciones de las dimensiones y del análisis de elementos matemáticos dentro de pinturas, donde la relación entre los lados del triángulo (razones y proporciones) involucrarán propiedades para establecer semejanzas, y ayudar a explicar por qué cuando se continúan las construcciones de sustracción (o adición, si se opera en el exterior) gnomónica, los puntos correspondientes, de las diferentes figuras semejantes están situados en una espiral logarítmica, que para este caso corresponde a la espiral de Durero, cuya razón es ϕ .

En obras como la de Diego Velázquez de Silva (1599-1660): “La Familia de Felipe IV o Las Meninas” (1656) se hace uso de la sección áurea para la definición de trazos dentro de la obra, que aunque son menos evidentes en las formas involucradas, brindan beneficios para la distribución, composición y expresión de ideas a partir de los elementos que les quiso dar relevancia el artista:

En la siguiente lámina

1. Marca en el borde superior y en el inferior el tercer punto del compás áureo, al hacer coincidir los brazos con las esquinas respectivamente, de tal manera que quede la parte mayor hacia la izquierda, y traza un segmento vertical que una los dos puntos ¿En qué formas se dividió la lámina?
2. Construye un cuadrado en la parte inferior derecha, ayudado del compás áureo, tal que el segmento vertical trazado sea un lado y los bordes derecho e inferior los otros.
3. Prolonga el lado superior del cuadrado construido hasta el borde izquierdo. Este segmento hace construir ocho rectángulos. ¿Los ves? ¿Cuáles son semejantes? Escríbelos y cuenta cómo comprobaste la semejanza.



Figura 7. La Familia de Felipe IV o Las Meninas
Fuente: Mariño (2004)

4. Con ayuda del compás áureo construye en el interior del rectángulo inferior izquierdo un cuadrado que comparta la esquina de la lámina.
5. Si el rectángulo inferior izquierdo está en el interior de otro rectángulo ¿Por qué consideras que se pudo construir cuadrados en el interior de estos rectángulos? Sigue construyendo cuadrados en el interior de los nuevos rectángulos, hasta donde se pueda.
6. Toma el punto de intersección del segmento vertical con el horizontal como el centro de una circunferencia que pasa por los dos vértices más cercanos del cuadrado inferior derecho. Observa y sigue trazando cuartos de circunferencia en los cuadrados construidos para generar una espiral.
7. ¿Con qué consideras puede relacionarse la espiral en la pintura?

5.3. Tercera Etapa

Se pretende una relación entre pintura y fotografía que promueva la creación fotográfica por el estudiante, desde la cual muestre y sustente que reconoce y aplica las nociones sobre la sección áurea, de manera similar a las establecidas en las actividades de exploración y análisis de pinturas.

5.3.1. Situación 7

A partir de marcos correspondientes a dimensiones establecidas comúnmente por fotógrafos (1,5:1; 5:3; 2:1 y 4:3) como eje de una organización espacial que organiza los elementos captados en la fotografía y de los encuadres definidos por el ángulo (profundidad, forma, punto de fuga), el zoom (escala, medida) y el punto de vista (distancia, centro de interés), se debe crear una fotografía sin ser editada, donde se evidencie que el encuadre construido para la escena, según algún encuadre tradicional sin importar la posición, guarde unas proporciones, las cuales deben estar relacionadas con la sección áurea.

A continuación se muestra como una misma escena se encuadra y enmarca obteniendo diferentes visiones, para que se reconozca que los elementos puestos en juego permiten generar resultados diferentes:



Figura 8. Diferentes encuadres en la fotografía.

Fuente: EDUTEKA (2003)

Recuerda el trabajo de exploración y análisis que hicimos con las pinturas, para captar fotografías que presenten las siguientes características:

1. Establece un contexto relacionado con el tema que deseas abordar durante tu creación fotográfica.
2. Entre la posición vertical y la horizontal que se pueden emplear, sigue la que más se ajuste a lo que quieres mostrar de tu tema de interés.
3. Toma una fotografía que involucre sección áurea como el elemento de relación entre las partes. Recuerda que el orden y la distribución son requisitos indispensables, si se tiene en cuenta que la intención es generar armonía entre las partes, por lo que debes ser paciente y observador.
4. Analiza y comprueba con el compás áureo si las formas y relaciones establecidas en la fotografía pueden ser asociadas a la sección áurea.

Bibliografía

- Barco, C. y Guzmán, C. A. (2005). Biografías de cinco números maravillosos: ϕ , π , c , e , i . Universidad de Caldas, Manizales. Colombia. 11-39.
- Camargo, L. (2005). Una herramienta de análisis para fundamentar propuestas didácticas en Geometría Escolar. Memorias XXI Coloquio Distrital De Matemáticas y Estadística. Tomo VI. 5-21.
- EduTEKA. (2003). Fundamentos de fotografía [en línea]. Recuperado el 16 de abril de 2007, de <http://www.eduteka.org/ComposicionFotos.php>
- Euclides. (1991). Elementos Libro II. Vega, L. (introducción) y Puertas, M. (traducción). Gredos, Madrid. España.
- Extremiana, J. (2004). La divina proporción [en línea]. Recuperado el 30 de octubre de 2006, de http://www.sectormatematica.cl/arte/divina_proporcion.pdf
- Ghyka, M. C. (1953). Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes. Poseidón, Buenos Aires. Argentina.
- González, P. M. (2001). Pitágoras: El filósofo del número. Nivola Libros y Ediciones. España.
- La fotografía, al servicio de la educación y la terapia. (2007). [en línea]. Recuperado el 16 de abril de 2007, de <http://www.entornosocial.es/content/view/933/46/>
- Mariño, R. (2004). La geometría en el arte y el diseño. Universidad Nacional, Bogotá. Colombia.
- Pedoe, D. (1979). La geometría en el arte. Ediciones Gustavo Gili, Barcelona. España.

Correa Vargas Henry Oswaldo: Licenciado en educación básica con énfasis en matemáticas de la Universidad Distrital (Colombia) y Magíster en enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Actual docente de la Secretaría de Educación del Distrito Bogotá, Colombia. henrycorrea86@gmail.com,

Vera Barrios Dídimo: Licenciado en educación básica con énfasis en matemáticas de la Universidad Distrital (Colombia) y Magíster en enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Actual docente de la Secretaría de Educación del Distrito Bogotá – Colombia. dimverabar@gmail.com

