XIII CONFERENCIA INTERAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA
CIAEM 2011
50 años del Comité Interamericano de Educación Matemática
26 - 30 Junio, 2011
Recife, Brasil

Curvas y superficies en las artes, la arquitectura y la vida cotidiana

Mauricio José **Orellana** Chacín
Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela
Venezuela
juanorellana@cantv.net, inescati@gmail.com

Resumen

En este minicurso se trata de relacionar la matemática con las artes (especialmente es culturas y grabados) y la arquitectura. Asimismo se presentarán vinculaciones con objetos de la vida cotidiana en la industria farmacéutica, motores de automóviles, monedas, escaleras, estampillas, moda, entre otros. Se hará una breve descripción de los conceptos matemáticos involucrados en cada tema, sin demostraciones, y se ilustrarán con diapositivas mediante obras de arte, de arquitectura-ingeniería y objetos de la vida cotidiana. Algunos de los temas desarrollados pueden adaptarse fácilmente a nivel de la parte final de la educación secundaria. Otros se refieren a contenidos de los primeros semestres de la educación universitaria. La importancia del tema se debe a lo visual de conceptos matemáticos que permite mostrar ideas abstractas por medio de entidades físicas, en este caso con arte, arqui- tectura y la vida cotidiana, que no son usuales en los cursos de matemática.

Palabras claves: matemática, curvas, superficies, artes, arquitectura.

Introducción

Desde hace unos diéciseis años he dictado conferencias y minicursos acerca de las vinculaciones ma- temática-artes-arquitectura (*maa*). Son aproximadamente veintiséis, entre conferencias y minicursos, a partir de 1994, y han estado dirigidas en su mayoría (65%) a docentes y estudiantes de educación superior y las restantes a docentes de educación secundaria y público diverso. En las de educación superior la asistencia a las mismas ha es tado compuesta de matemáticos, estadísticos, ingenieros, arquitectos, otros profesionales y estudiantes. Anterior-mente a esa fecha, en algunos cursos de historia de la matemática y de álgebra, expuse ciertos tópicos de las vincu-laciones *maa*.

En un principio las conferencias y minicursos se referían esencialmente a las vinculaciones con la pers- pectiva, la simetría (grupos puntuales, grupos de frisos, grupos de simetría del plano, mosaicos), las proporciones con énfasis en el número de oro, algo de fractales. Esta actividad se ha desarrollado partiendo de varios mapas, a modo de síntesis y esquemas generales, de los cuales presentaremos uno de ellos titulado "Componentes matemá-ticas de la belleza" (figura 1; el mapa inicial tenía "ocho componentes") (Orellana, 2002). Por otra parte, el autor ha diseñado dos programas de cursos sobre *maa*, uno de ellos para profesores de educación secundaria (2005) y otro para profesores universitarios y profesionales diversos (2006). Estos cursos, con duración que va de 30 horas has ta un máximo de 60 horas.

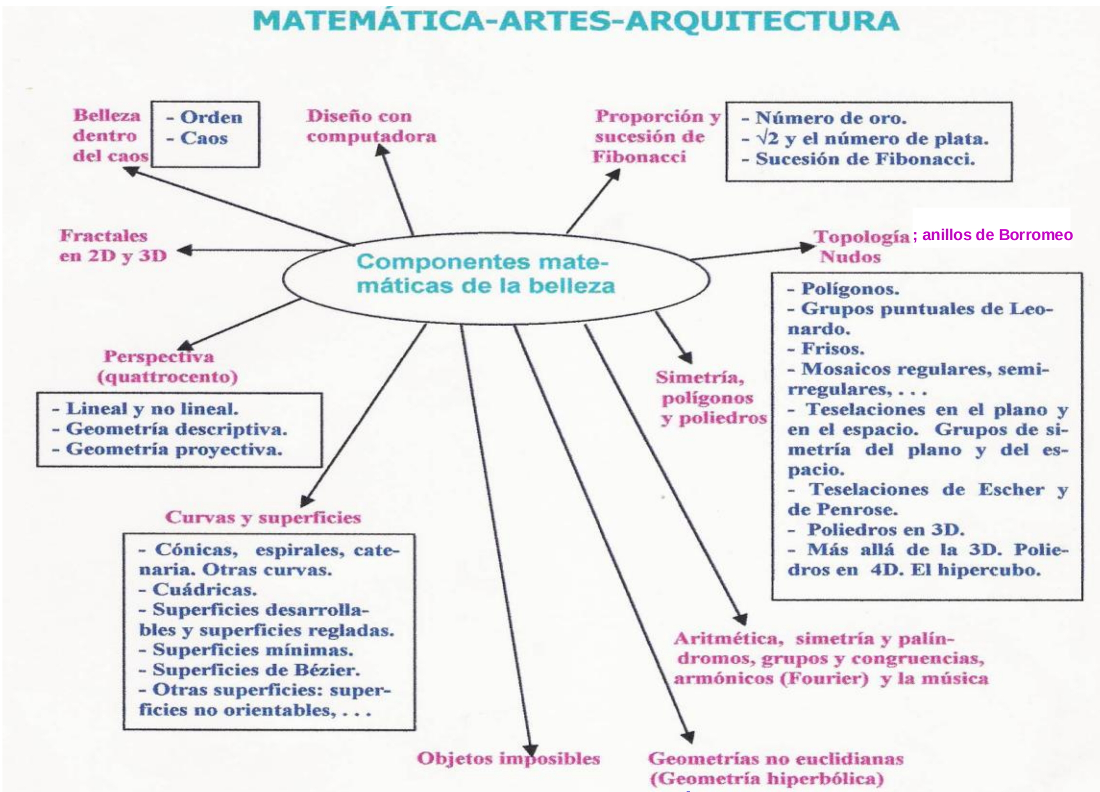
Las vinculaciones *maa* no han sido frecuentes en Venezuela. Son escasos los trabajos al respecto y, en una oportunidad, durante el año mundial de la matemática (2000), hubo un intento en la ciudad de Mérida de fundar un grupo de nombre "Marte" (Grupo de Estudio sobre Matemática y Arte) entre docentes de la Universidad de los Andes y la Alianza Francesa, promovido por los matemáticos Luis Astorga (Alianza Francesa) y Víctor Padrón (Facultad de Ciencias). Sin embargo esta iniciativa no cristalizó en la formación del grupo después de dos reuniones en tal sentido. Fue ese mismo año 2000 que en la Universidad Central de Venezuela se realizaron dos seminarios al respecto: uno sobre "Números y figuras: Reflexiones matemáticas sobre las artes plásticas" en mayo/ 2000 (Orellana, 2002) y el otro sobre "Número y notas: Reflexiones matemáticas sobre la música (2000). Posteriormente (2001) se presentó una exposición sobre ciencia y artes, en la Galería Nacional de Artes de Caracas, y de la misma destacamos que en la bibliografía (cuatro títulos) del catálogo de la exposición realizada por la curado- ra del museo, Gladys Yunes Yunes, se menciona el trabajo (Orellana, 2002). Esta situación de poco relieve en las *maa* no es el caso de muchos países (España, Estados Unidos, Francia, Italia, entre otros) donde se llevan a cabo una gama varia da de actividades en relación con la *maa*, como son: seminarios y congresos periódicos, publicaciones periódicas de revistas, libros, exposiciones, conferencias, y cursos como el referido en (Calter, 2008) dado por el autor en el Darmouth College de Estados Unidos. Igualmente, en varios países latinoamericanos también se han dado manifestaciones académicas en tal sentido, para citar algunas como es el caso de Colombia que tiene publicaciones al res pecto, de Brasil donde podemos destacar la producción de televisión "Arte & Matemática" (2001), 13 programas, de la "TV Escola. O canal da educação" y en Argentina cabe indicar la Internacional Mathematics & Design Asso ciation que realizó su primera conferencia en Buenos Aires (1995) y el Journal of Mathematics & Design (volumen 1 en 2001) patrocinados por la Universidad de Buenos Aires.

Un hecho significativo en Venezuela fue la producción de tres volúmenes de divulgación de la matemática (Fundación Empresas Polar, 2004), Matemática para todos (2004), El mundo de la matemática (2004) y Matemática maravillosa (2006), patrocinados por la Fundación Empresas Polar y publicados en forma de fascículos encartables en el Diario Últimas Noticias lo cual se describe en el trabajo [Carrera de Orellana, 2007), presentado como comunicación científica en la XII CIAEM (Conferencia Interamericana sobre Educación Matemática) celebra-da en Santiago de Querétaro-México, julio de 2007. En estos volúmenes se incluyeron bastantes referencias a *maa* e, inclusive, en el tercero de ellos hay tres fascículos titulados "Arte y arquitectura" (fascículos 27, 28 y 29, pp. 209 -232) dedicados únicamente a ello. Es importante señalar que esto puede ser considerado como el máximo exponente de la divulgación matemática en Venezuela pues el tiraje del diario en los días de publicación de los fascículos alcanzó hasta, respectivamente los tres volúmenes, 225000, 213000 y 161000 ejemplares y se calcula que la publicación, distribución gratuita, la tuvieron en sus manos cerca de un millón de lectores en su mayoría de extracción popular.

Ya en la XII CIAEM el autor expuso en una conferencia paralela el trabajo (Orellana, 2007), el cual ha sido ligeramente ampliado y saldrá próximamente con el mismo nombre en la revista “Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática” publicada en Costa Rica. En dicho trabajo los ejemplos de tipo didáctico desarrollados fueron: 1) Compensaciones o correcciones visuales; 2) Cálculo sobre pirámides; 3) Espirales. Luego se mencionó una variedad de ejemplos que podrían ser abordados entre los cuales los dos primeros se refieren a curvas y superficies. Ahora, en este minicurso, expondremos los mismos tal como indica el título.

Marco teórico

Esto se apoya en el mapa sobre “Componentes de la belleza desde el punto de vista matemático”. Ha- remos una síntesis de algunas de las componentes citadas anteriormente y durante el desarrollo del minicurso se explicarán otras.



Otras que intervienen:Curvas de anchura constante, hélices, loxodromas, espacios fibrados, superficies de revolución, superficies algebraicas, superficies splines, grafos, …

Figura 1. Componentes matemáticas de la belleza.

Proporción y sucesión de Fibonacci

La intención visual de aplicar las proporciones para crear un “orden” por repetición de figuras de la misma forma (figuras semejantes) es tal que en la historia de la arquitectura ha existido una constante de procurar una “analogía musical”: proporciones que son auditivamente bellas deben tener un correspondiente en proporciones arquitectónicas bellas. Los tres sistemas arquitectónicos más utilizados (P. H. Scholfield) son: 1) El sistema de las razones musicales proveniente de Pitágoras, como proporciones racionales: la octava 2:1, la quinta 3:2, etc. Esto fue desarrollado por Leone Battista Alberti (1404-1472) y ampliamente utilizado du rante el

Renacimiento italiano por Palladio (1508-1580, autor del tratado "Los cuatro libros de la arquitectura" en 1570) y otros; 2) La proporción basada en el número de oro, utilizada por Le Corbusier con su Modulor. También usada en pintura y escultura; 3) El sistema romano de proporciones. Aquí se tiene la proporción de los rectángulos raíces (sucesión modular de proporciones con rectángulos uno de cuyos lados es 1 y el otro lado es √2, √3, √4,…, sucesión también presente en la espiral de Teodoro).

Además del número de oro vinculado con la sucesión de Fibonacci, se tienen: 1) El número de plata 1+√2 vinculado con las sucesiones recurrentes 1, 3, 7, 17, 41, 99, 239, … y 1, 2, 5, 12, 29, 70, 169, ...; 2) El nú-mero cordobés 1/(√2 - √2) = 1,3065629…; 3) El número plástico 1,3247179… que a diferencia del número de oro, del número de plata (y otros números, elementos de la familia de números metálicos como los denominó la mate-mática argentina Vera de Spinadel en 1994) que son raíces de ecuaciones de segundo grado, es raíz de la ecuación de tercer grado x3 – x – 1 = 0.

Esta componente matemática de la belleza es bastante útil para mostrar a los estudiantes el uso de nú-meros racionales e irracionales, de ecuaciones de segundo y tercer grado, de raíces cuadradas y cúbicas, de cuadra-dos, rectángulos, pentágonos, hexágonos, octógonos, paralelepípedos, sucesiones y límite de sucesiones, entre otros, vinculados con las artes y la arquitectura.

Simetría, polígonos y poliedros

La simetría es una de las componentes que ha sido más utilizada en las artes y la arquitectura desde tiempos antiguos y también está presente en muchas situaciones de la matemática y las cien-cias naturales. Con la simetría se crea un "orden" por repetición de figuras del mismo tamaño y forma (figuras con gruentes) y se revela a través de varios tipos: simetrías rotacionales, simetrías de traslación, simetrías bilaterales y sus composiciones, presentes en los grupos puntuales o de Leonardo, los grupos de frisos, los grupos cristalográficos y los distintos mosaicos, incluyendo los de Penrose que son no periódicos y las simetrías en 3D. En el sentido matemático la simetría se desarrolla por intermedio del grupo de movimientos rígidos (isometrías) del plano y del espacio.

Esta componente matemática de la belleza es bastante útil para mostrar a los estudiantes el uso de transformaciones geométricas de un espacio euclidiano, grupos, subgrupos, orden de un elemento en un grupo, grupos cíclicos, isomorfismo de grupos, conjugación de subgrupos. Polígonos y poliedros, los polígonos nazaríes, los cuerpos platónicos, poliedros semirregulares, el hipercubo (4D). Los cuasicristales.

Perspectiva

La clásica perspectiva originada en el s. XV (el "quattrocento") a su vez dio origen a dos geo-metrías: la geometría descriptiva creada por Gaspard Monge (1795) como técnica de representación gráfica y la geometría proyectiva como un desarrollo de tipo matemático. Fueron los artistas y arquitectos del Renacimiento italiano, en Florencia, de quienes brotó la perspectiva: el arquitecto y orfebre Filippo Brunelleschi (1377-1446), el pintor Tommaso di Giovanni, llamado Masaccio (1401-1428) y el escultor Donato di Nicolo Betto Bardi, llamado Donatello (1386-1466) y correspondió al arquitecto, ingeniero y humanista florentino Leone Battista Alberti, en su tratado *De pictura* (1435), dar la primera noción sistemática de qué es perspectiva. El primer tratado sobre la pers-pectiva se debe al matemático y pintor Piero della Francesca (1410?-1492). La perspectiva dominó la representa-ción gráfica en pintura y arquitectura durante varios siglos, y hacia el último tercio del siglo XIX e inicios del siglo XX la preponderancia de la misma cesó con la irrupción de otras corrientes, entre ellas el impresionismo, el posimpresionismo y el cubismo. En el s. XX el gran artista holandés M. Escher usó las reglas de la perspectiva en forma minuciosa para varias de sus obras.

Esta componente matemática de la belleza es útil para ilustrar a los estudiantes en el uso de cierto tipo de transformaciones geométricas y comparar con las isometrías. Además de su impacto en la geometría descriptiva tan utilizada por los arquitectos e ingenieros.

En la enseñanza-aprendizaje de la matemática es usual la utilización de la física, especialmente la mecánica, la economía, la ingeniería y otras disciplinas. Señala Philippe Camus, presidente de la empresa Alcatel-Lucent y cogerente del grupo Lagardère (Camus, 2010): "La mayor parte de objetos de la vida cotidiana no existirían sin las matemá-ticas. El teléfono portátil, la descontaminación de las aguas servidas, los aviones de línea, internet y sus motores de bús-queda, las previsiones meteorológicas, el escáner medical, los productos de la banca, las fibras ópticas, las tarjetas de crédito".

Estas situaciones de utilidad de la matemática no son de conocimiento frecuente entre los docentes en lo que respecta a la arquitectura y mucho menos con las artes, donde hay un largo camino por recorrer, lo que he podido constatar en las numerosas conferencias que he dictado al respecto. Lo aspectos más conocidos se refieren al número de oro, ciertas cuestiones de simetría, de fractales y de perspectiva. Bien es cierto que clásicamente en la formación de matemáticos y de profesores de matemática se ha enseñado geometría proyectiva, teoría de grupos, congruencias, curvas y superficies, y más recientemente cuestiones sobre fractales. Pero, en general esto no se vincula con las artes, la arquitectura-ingeniería y escasamente con objetos de la vida cotidiana.

La importancia de relacionar la matemática con las artes y la arquitectura se debe, desde el punto de vista didáctico, a que lo visual, la belleza de la visualización, permite mostrar conceptos abstractos por intermedio de entidades físicas (Bruter, 2002). Ello es una valiosa fuente para responder a la constante pregunta de los estudiantes, y de docentes: ¿para qué me sirve esto? ¿Dónde se utilizan determinados conceptos? Y es excelente como motivación a diversos temas matemáticos. Además de la didáctica de la matemática, las artes (y la arquitectura) constituyen una herramienta preciosa en la divulgación de la matemática, como se menciona en (Kahane & Howson, 1990). El objetivo central del coloquio sobre matemática y arte, que tuvo lugar en Maubege (Francia, 2000), cuyas ponencias se recogen en el libro anterior fue, como bien lo expresa Claude Bruter en el prefacio "... este Coloquio puede ser relacionado a una renovación en las formas de difusión y de la enseñanza de la matemática" (p.vii) y así se titula el foro llevado a cabo "¿Cómo el arte puede ayudar a la enseñanza de la matemática?" (p.153).

La belleza de la que hablamos tiene varias categorías: 1) Belleza visual, disfrutada a través de la pintura, la escultura, los grabados, las maquetas arquitectónicas y las edificaciones; 2) Belleza auditiva, por intermedio de la música y el escuchar poesía; 3) Belleza virtual, la que se manifiesta con el uso de los computa- dores; 4) Belleza natural, fuente de inspiración para la arquitectura orgánica. A esto se suma lo que los matemáticos denominan la belleza en matemática (Emmer, 2005), (Le Lionnais, 1962), (Peterson, 2004), teniendo en consideración que muchos matemáticos consideran que su ciencia es un arte. George D. Birkhoff estableció una fórmula para medir la belleza (1933), especialmente en jarrones y cuadros. No debemos olvidar que Ubiratan D'Am-brosio, medalla Klein en 2005, cuando se refiere a la utilidad de la matemática, su valor estético y la apreciación que se hace de la belleza, indica "Se puede perfeccionar esa apreciación a través de estudios de disciplinas como *la geometría de lo sagrado, astronomía y geometría mística,* tal vez asociadas o con referencia a estudios de historia del arte y de la religión" e incluye en el valor estético de la matemática a la geometría y aritmética de lo sagrado (místicas), la historia del arte (D'Ambrosio, 1998).

Metodología

1) Recopilación y análisis de trabajos vinculados con el tema en consideración.
2) Publicación de algunos trabajos vinculados con el tema en consideración.
3) Dictado de minicursos y conferencias acerca de las vinculaciones *maa* y, entre ellas, las referidas a las curvas y superficies en las artes, la arquitectura y la vida cotidiana. En éstas se presenta una galería de obras de arte y arquitectura y se realiza el análisis de las mismas atendiendo a los conceptos y propiedades matemáticas involucradas.

Contenidos

En el minicurso se desarrollarán algunos temas de la componente *curvas y superficies* tales como: curvas de anchura constante y en particular el triángulo de Reuleaux, hélices circulares y hélices cónicas, loxodromas de la esfera, hiperboloides de una hoja, paraboloides hiperbólicos, helicoides rectos, toros y el toro umbílico, esfera cornuda de Alexander, superficies no orientables (banda de Moebius y botella de Klein). Será mencionada brevemente la espiral logarítmica que ya expusimos (Orellana, 2007), por su relación con las hélices cónicas y la proyección estereográfica.

En cada tema se hará una breve descripción de la parte matemática, para fijar los conceptos y propiedades que se utilizarán, sin demostraciones debido al tiempo de exposición, y luego se ilustrarán, con diapositivas (power point), mediante obras de arte, de arquitectura-ingeniería. Asimismo se mostrarán algunos objetos de la vi-da cotidiana, además de su presentación en power point.

El minicurso requiere ciertos conocimientos de cálculo y geometría analítica clásica, incluyendo algunos aspectos que en estas asignaturas se dan sobre curvas en dos y tres dimensiones y sobre superficies. Varios de los contenidos que se desarrollarán pueden ser expuestos en el último año de la educación secundaria y otros están relacionados con los tópicos que se dictan en cursos de cálculo y geometría en los dos o tres primeros semestres universitarios.

Para fijar ideas describimos brevemente los contenidos y ejemplos que se presentarán.

Curvas de anchura constante y el triángulo de Reuleaux

Aquí presentaremos lo siguiente: Antecedentes históricos, anchura de una curva, función tangencial o función de apoyo, longitud de una curva en términos de la función de apoyo y en función de la anchura, construcción del triángulo de Reuleaux. Los ejemplos más antiguos utilizados en arquitectura (siglos XIII y XIV). Motores de combustión interna de cuatro tiempos y motor rotativo Wankel. Triángulo de Reuleaux girando en un cuadrado y taladros. La torre de Colonia en Alemania. Pentágonos y heptágonos de Reuleaux. El problema de Dido. Las curvas de anchura constante se relacionarán con las hipocicloides (deltoide, astroide. . .) y sus evolventes (L. Euler). Objetos de la vida cotidiana: monedas, tapas de relojes, tapas de basura, agarraderos en el metro, en la industria farmacéutica.

Este tema puede fácilmente darse a nivel de la educación secundaria, prescindiendo de algunos aspectos matemáticos, puesto que las definiciones de anchura de una curva, de curvas de anchura constante, y de los polígonos de Reuleaux, son bastante simples.

Hélices circulares, hélices cónicas y loxodromas de la esfera

Se desarrollarán los siguientes aspectos: Noción general de hélice. Teorema de Lancret. La hélice circular, su construcción y sus ecuaciones. El DNA, plantas trepa-doras, museo Mercedes Benz en Sttugart (UNStudio, 2006), columna de Trajano en Roma. Hélices cónicas, su construcción y ecuaciones (su base es una espiral logarítmica). Objetos de la vida cotidiana. Cuernos de animales. Espirales logarítmicas y hélices cónicas en conchas marinas. La torre de Tatlin. Noción general de loxodromas de una superficie de revolución y loxodromas de la esfera. Ecuaciones. Ejemplos de grabados de Escher. Relación de las loxodromas con los mapas (proyección estereográfica).

Hiperboloides de una hoja y paraboloides hiperbólicos (hypar)

Ecuaciones en coordenadas cartesianas y ecuaciones paramétricas. Superficies regladas. Sistemas de generatrices rectilíneas en el hiperboloide de una hoja y en el paraboloide hiperbólico y su importancia para las edificaciones. Torre Shújov en Rusia, Torre Kobe en Japón. Planetario James McDonnell de Guy Obata, Catedral Metropolitana en Brasilia (Oscar Niemeyer), la Catedral de St. Mary en San Francisco de Paul Ryan, John Lee y Pierre Luigi Nervi, Castillo de agua de Fedala (Eduardo To-rroja M.) en Marruecos, puente peatonal en Manchester, torres de enfriamiento de centrales nucleares. Restaurant los Manantiales (Félix Candela) en México, concha acústica del Club Táchira (Fruto Vivas) en Caracas, Catedral de Barquisimeto (Alfredo Jahn y Jan Berkam), La Pagoda de Miguel Fisac (España), escultura de Ángel Duarte en Laussane.

Helicoides rectos

Ecuaciones de un helicoide recto. El helicoide recto como superficie reglada y como superficie mínima. Escalera de caracol en el castillo de Blois. La doble escalera de Leonardo da Vinci en el Castillo de Chambord (Francia). Esculturas de Paul Bloch. La pasta fusilli (tornillos).

Toros y el toro umbílico

Superficies de revolución. El toro. Ecuación en cartesianas y ecuaciones paramétricas. Las curvas coordenadas en un toro y los círculos de Villarceau. Templo de Apolo, Museo Americano del aire en Duxford (Reino Unido), escalera en la Catedral de Strasbourg, escultura de Olav Kristensen. El toro umbílico de H. Ferguson, incluyendo la curva de Peano-Hilbert (fractal).

La esfera cornuda de Alexander. El teorema de Jordan. Su generalización a tres dimensiones y el contraejemplo de la esfera cornuda (superficie exótica). Las esculturas Wild Sphere I y Whaledream II de H. Ferguson.

Superficies no orientables

Botella de Klein y Banda de Moebius. Superficies obtenidas mediante identificación de lados de un cuadrado. Propiedades de esas superficies. Logotipo de la Asociación Venezolana de Competencias Matemáticas. Botella de Klein y botellas de cristal. Gorros, la Klein bottle house (Melbourne, Australia), la gare de Arnhem de Ben Van Berkel y Caroline Boos, Four canoes de H. Ferguson, Solstice II de Carlo H. Séquin. La banda de Möbius. Aspectos históricos y casos de codescubrimiento. Parametrización de una banda de Möbius. Es-cher y la banda de Möbius. Cortes longitudinales en la banda de Möbius. La casa de Ben Van Berkel (Möbius Hou-se, 1997), la casa de Max Reinhardt, cinta sin fin de Max Bill, Infinity (1967) de Jose de Rivera, esculturas de Char les O. Perry, escultura de Keisho Ushio, escultura en el concurso de esculturas de nieve en Breckenridge-Colorado (2005), Lansdowne Road Stadium en Dublin, Olympic Sports Center Stadium en Shenyang (2008), escalera de Nicky Stephens, logotipo del reciclaje, otros logotipos, estampillas con bandas de Möbius, bufandas, Eternity de John Robinson (1980).

Hay otra variedad de curvas y superficies vinculadas con las artes, la arquitectura y la vida cotidiana. De una parte están las clásicas cónicas y las cuádricas como los cilindros, conos, esferas y elipsoides, que son bastante conocidas. Por la otra, entre las curvas se encuentran los arcos catenarios, las cicloides, hipocicloides, las es-pirales, las curvas de Bézier y, entre las superficies se tienen las superficies desarrollables, las superficies de revolución, los conoides, las superficies regladas, las superficies de Bézier. Una fuente importante son las superficies mínimas utilizadas en arquitectura y especialmente en escultura.

Cronograma del minicurso

Tiempo	**Contenidos**	**Recursos**
Primera hora	Introducción a las vinculaciones *maa* a través del mapa. Curvas de anchura constante y triángulo de Reuleaux. Hipocicloides. Hélices circulares y hélice	Proyección de diapositivas en video beam
Segunda hora	Loxodromas. Hiperboloide de una hoja y paraboloi-de hiperbólico. Helicoides rectos. Toros y el toro um bílico.	Proyección de diapositivas en video beam
Tercera hora	La esfera cornuda de Alexander. Superficies me diante identificación de lados de un cuadrado. Botella de Klein. Banda de Möbius.	Proyección de diapositivas en video beam

Conclusiones

En países como en Venezuela, tal como señalamos al inicio, este es un campo que se encuentra en etapa incipiente, donde hay un largo camino por recorrer: por una parte divulgar la relación *maa* en los institutos de educación secundaria y universitaria, muy especialmente en los institutos que forman matemáticos (facultades de ciencias) y los que forman profesores de matemática (institutos pedagógicos y licenciaturas en educación mención matemática); por la otra, estructurar asignaturas con esos contenidos y desarrrollar la parte didáctica de los mismos.

Aquí caben dos preguntas claves:

1) ¿*De qué manera las artes y la arquitectura ayudan en la enseñanza-aprendizaje de la matemática*?

2) ¿*Qué forma apropiada podemos utilizar para incluir las artes y la arquitectura en la dimensión pedagógica de la matemática*?

Es importante motivar en los docentes de matemática las vinculaciones matemática-artes-arquitectura con el fin de ser utilizada en los cursos que imparten en la educación media y diversificada y en los cursos universitarios para ingeniería, arquitectura, y otras carreras, en la búsqueda de responder a las dos preguntas anteriores. Esta vinculación sitúa la matemática en un contexto cultural, social y tecnológico.

Matemática-artes-arquitectura, es propicio para que docentes de la última etapa de la educación secundaria, de los institutos de formación docente y de las universidades, lo introduzcan en sus planes de estudio y realicen experiencias en tal sentido. Al respecto consultar (Bruter, 2002) y (Denner, 2002).

Concluimos con una cita de Max Bill ante la pregunta *¿Cómo puede la matemática ser útil a un artista?*

Bill responde (Emmer, 2005):

> *"La matemática no es sólo uno de los medios esenciales del pensamiento primario y, por tanto, uno de los recursos necesarios para el conocimiento de la realidad circundante, sino también, en sus elementos fundamentales, una ciencia de las proporciones del comportamiento objeto a objeto, de grupo a grupo, de movimiento a movimiento. Y ya que esta ciencia tiene en si elementos fundamentales y los pone en relación significativa, es normal que estos hechos puedan ser representados, transformados en imágenes."* (Cursivas nuestras).

La cual completamos con una cita del artista venezolano Jesús Soto (Venezuela, 1923-2005), uno de los máximos representantes del arte cinético (Fundación Empresas Polar, 2004):

> *"El científico se ocupa de demostrar hechos para comprobarlos, las mentes más estrictas utilizan ecuaciones matemáticas, luego vienen otros hombres que aplican estos conocimientos y los traducen en objetos concretos de usos de aplicabilidad práctica. El artista por su parte demuestra la otra realidad del universo, aquella que no es tangible, aquello que no se puede demostrar a través de esas fórmulas matemáticas: es la realidad sensible, son dos formas de explorar, descubrir y explicar el universo, las cuales normalmente marchan paralelas."* (Cursivas nuestras).

Bibliografía

Atiyah, M. (2005). *Mathematics: Art and Science.* Bull. of the Amer. Math. Society, 43(1), 87-88.

Bruter, C. (2002). *Mathematics and Art. Mathematical Visualisation in Art and Education.* Springer Verlag.

Calter, P. (2008). *Squaring the circle. Geometry in Art and Architecture.* Key College Publishing, Estados Unidos.

Camus, Ph. (2010). *Discours.* Gazette des Mathématiciens, avril 2010, 124, Société Mathématique de France. Discurso de apertura con motivo del Coloquio MATH A VENIR 2009, 51-55.

Carrera de Orellana, I.; Chovet, R.; Orellana, M.; Valdivieso, R. (2007). *Un reto de divulgación matemática: encartados en un diario.* Comunicación científica en la XII CIAEM, Santiago de Querétaro, México. Actas (CD) del CIAEM.

Coxeter, H. (1971). *Fundamentos de Geometría.* Editorial Limusa-Wiley, S.A., México.

Cook, T. (1979). *The curves of life.* Dover Publications, New York. Primera edición en 1914

D'Ambrosio, U. (1998). *Etnomatemática.* Editora Ática, São Paulo-Brasil. 5ª edición.

Denner, R. (2002). *Regards sur le colloque (Maubege) au travers de l'enseignement en classes de* collège. http://arpam.free.fr/denner.htm.

Emmer, M. (2005). *Visual Mathematics. Mathematics and art.* En The Visual Mind II (Edit. M. Emmer). The MIT Press, Cambridge, Massachussets. En este libro, en la sección 1 titulada "Mathematics and Aesthetics", hay otros tres artículos dedicados al tema.

Emmer, M. (2005). *La perfección visible: matemática y arte.* http://www.uoc.edu/artnodes/ esp/art/ emmer0505. html.

Fundación Empresas Polar (Coordinación de Carrera de Orellana, I. & Valdivieso, R.). *Matemática para todos (2004), El mundo de la matemática (2004), Matemática maravillosa (2006).* Publicados por el Diario Últimas Noticias, Caracas. Varios autores entre los que se encuentra M. Orellana en los tres volúmenes.

Gradowska, A. (2002). *Breves observaciones sobre la relación entre los imaginarios colectivos, las matemáticas y los principios de arte.* Seminario sobre Números y Figuras: Reflexiones matemáticas sobre las artes plásticas (mayo/2000). Comisión de Estudios Interdisciplinarios de la Universidad Central de Venezuela. (15), 113-122.

Kahane, J.-P. & Howson, G. (1990). *The Popularization of Mathematics.* ICMI Study Series, University Press, Cambridge.

Le Lionnais, F. (1962). *La belleza en matemática.* En "Las grandes corrientes del pensamiento matemático" (F. Le Lion nais y colaboradores). EUDEBA, Editorial Universitaria de Buenos Aires. El original en francés data de 1948. En la segunda parte del libro hay una sección dedicada a "Arte y estética: La matemática y la belleza", con otros cuatro artículos además de Lionnais.

Ngo, D. C. L., Teo, L. S. & Byrne, J. G. (2000). *A Mathematical Theory of Interface Aesthetics.* http://www.mi.sanu.ac.yu/vismath/ngo/index.html

Orellana Chacín, M. (2002). *La belleza desde el punto de vista matemático.* Conferencia inaugural en el Seminario so bre Números y Figuras: Reflexiones matemáticas sobre las artes plásticas (mayo/2000). Comisión de Estudios Interdis-ciplinarios de la Universidad Central de Venezuela. (15), 17-72.

Orellana Chacín, M. (2007). *Las artes y la arquitectura como herramientas en la didáctica de la matemática.* Conferencia paralela en la XII CIAEM, Santiago de Querétaro, México. Actas (CD) del CIAEM, 257-265. Una versión, ligeramente ampliada, aparecerá en Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, Costa Rica.

Orellana Chacín, M. (2009). *Pequeñas notas (tips) que pueden ser utilizadas por los docentes de secundaria en los cursos de matemática.* Caracas, mimeo. Minicurso dado en el Colegio Santiago León de Caracas (2007-2008).

Pedoe, D. (1983). *Geometry and the Visual Arts.* Dover Publications, Inc., New York.

Peterson, I. (2001). *Fragments of infinity. A kaleidoscope of math and art.* John Wiley & Sons, Inc, New York.

Peterson, I. (2004). *Measure of Beauty.* Week, mayo/2004, 165(21).

Pickover, C. (2006). *The Möbius strip.* Thunder's Mouse Press, New York.

Pont, J. (1999). *Pintura y geometría en el siglo XIX.* En "Pensar la matemática", edición de François Gue nard y Gilbert Lelièvre, 85-100, Tusquets Editores, S.A., Barcelona-España. 3ª edición. Original en Éditions du Seuil, 1982.

Seminario número y notas (2000). *EscritoS en arte, estética y cultura*. Reflexiones matemáticas sobre la música, III etapa, Caracas, julio-diciembre 2001. Universidad Central de Venezuela, no. 14.

Tissot, H. (1973). *Arte abstracto y arte figurativo.* Biblioteca Salvat de Grandes Temas Barcelona.