

# Armónicos: sólidos platónicos como base de modelo didáctico de iniciación al proyecto en Arquitectura

## Harmonics: Platonic solids basis of a didactic model for the initiation of an Architectural project

Rodrigo Lagos Vergara<sup>1</sup>

rlagos@ubiobio.cl

Departamento de Diseño y teoría de la arquitectura

Universidad del Bío-Bío

---

**RESUMEN** - La enseñanza de la arquitectura se basa en una formación integral del estudiante a través del proyecto, cuyo proceso de enseñanza aprendizaje comienza por una introducción a la forma y al espacio tridimensional -a la escala del ser humano- como materia propia de la disciplina. En esta investigación acción docente nos proponemos crear las bases para un nuevo modelo didáctico para el taller inicial, considerando como referentes la experiencia de dos grandes maestros del siglo XX: Frank Lloyd Wright y Le Corbusier, en cuya base está la geometría y las formas primarias como estructura de la naturaleza común a todas las cosas del universo. Para esto proponemos introducir estratégicamente una unidad experimental donde los estudiantes logren conocer y aplicar nociones fundamentales de la forma mediante la aplicación de bio-herramientas y el uso de los sólidos platónicos, como formas primarias o fundamentales en la llamada geometría sagrada o armónica, que incorpore las bases biológicas actuales y un enfoque holístico de los procesos de enseñanza aprendizaje. Luego de sistematizar la experiencia, pudimos concluir que el uso de los sólidos fundamentales y el desarrollo de las geometrías de segundo orden en la acción proyectual, en lo que denominamos juego de los armónicos, permiten ir desarrollando progresivamente acciones más complejas de percepción, manipulación y combinación de la forma, materializando ideas abstractas y creando patrones espaciales de una manera concreta en términos de composición-escala, de materialidad-técnica y de uso-funcionalidad. El modelo permite además que cada parte del juego del proyecto refiera de manera holística a una misma estructura fundamental, favoreciendo en la formación una reconexión del estudiante con su propia naturaleza consciente de ser parte de un Todo universal.

**Palabras clave:** Didáctica, proyecto de arquitectura, taller de iniciación.

**ABSTRACT** - The teaching of architecture is based on the integral formation of students through the project, in which the teaching learning process begins with an introduction to the form and to the three-dimensional space – to the human scale – as a proper matter of the discipline. In this research-action-teaching, we propose to create the basis for a new educational model for the initial workshop, taking as a reference the experience of two great masters of the 20<sup>th</sup> century: Frank Lloyd Wright and Le Corbusier, based on the geometry and the primary forms as a common nature of the structure of all things in the universe. For this we propose to strategically introduce an experimental unit where students learn how to get to know and apply fundamental notions of the forms by applying bio-tools and using platonic solids as primary or fundamental forms in the sacred or harmonic geometry, which incorporates the current biological basis and a holistic approach to the process of teaching-learning. After systematizing the experience we concluded that the use of fundamental solids and the development of the geometries of the second order in the project action, which we called game of the harmonics, allow developing progressively more complex actions of perception, manipulation and combination of form, materializing abstract ideas and creating spatial patterns in a particularly way in terms of composition-scale, material-technique and use-functionality. The model also allows that each part of the game of the project refers in a holistic way to the same fundamental structure, favoring in education a reconnection of students with their own nature, conscious of being part of the universal whole.

**Keywords:** teaching, architectural project, initial workshop.

---

<sup>1</sup> Universidad del Bío-Bío. Collao 1202, Concepción, Chile.

*Nuestro sistema biológico entero, el cerebro y la Tierra misma trabajan en las mismas frecuencias. Es hora de sintonizar nuestra biología y nuestra conciencia para resonar con los armónicos fundamentales del universo (Nikola Tesla).*

## La formación de arquitectura

La formación de arquitectura posee una particular didáctica y una estrategia pedagógica: el proyecto es, en el taller, el centro de la formación y el lugar donde el estudiante integra diferentes materias y saberes adquiriendo las habilidades y competencias para la vida profesional a través de lo que Donald Schön llama “reflexión en la acción” (Schön, 1992). De ahí su especificidad y su autonomía como sistema educativo respecto de las otras disciplinas y, desde esta perspectiva, un modelo proveniente de una racionalidad práctica, anterior a la racionalidad técnica, de formación integral del ser humano que ha permanecido y convivido con el paradigma newtoniano-cartesiano de la ciencia mecánica del siglo XVII que hoy todavía sigue primando en los diferentes sistemas educativos (Lagos, 2012, 2013). En este contexto, cuando hablamos de una formación integral de arquitectura a través del proyecto, rescatamos una característica inherente de ésta, que debe considerar el desarrollo personal del estudiante en su totalidad estimulando sus habilidades emocionales, sociales y éticas para el logro de aprendizajes significativos y para una convivencia armónica con todo y todos lo que le rodean<sup>2</sup>. Como nos ha aportado y demostrado la ciencia de las últimas tres décadas<sup>3</sup>, una formación integral estaría basada en la premisa de que toda persona encuentra su identidad, y el significado y sentido de su vida, a través de nexos con la comunidad, el mundo natural, y el desarrollo de valores humanos tales como la compasión o empatía<sup>4</sup>.

En la formación tradicional de la carrera de arquitectura podemos distinguir en general dos períodos principales: el llamado formativo y el profesional. El primero de ellos abarcaría los dos primeros años, e incluiría un primer taller de iniciación. En este primer taller se le

entrega al estudiante ciertas nociones fundamentales del saber hacer que lo habilitarían para comenzar a prepararse en la acción proyectual en arquitectura. En los siguientes talleres esta preparación se daría principalmente con la ayuda del docente, quien irá transmitiendo al estudiante los conocimientos del saber hacer, propio y/o de otros, que le permitirían ir mejorando su dominio en la acción proyectual, integrando progresivamente diferentes materias y saberes adquiriendo las competencias necesarias para la vida profesional.

## Investigación-acción y estrategias pedagógicas

En nuestra experiencia en la práctica de la docencia en el taller de iniciación hemos observado la carencia en una didáctica específica para que el estudiante pueda pasar desde los resultados de aprendizaje de la primera unidad -donde deben llegar a hacer una propuesta en relación a los requerimientos de los actos estudiados, o lo que podríamos denominar un programa- a una segunda unidad donde se exige la exploración de posibles soluciones espaciales. Desde el punto de vista metodológico, nos parece que en esta instancia falta incorporar un modelo didáctico proyectual que permita al estudiante introducirse en un aspecto fundamental de la arquitectura como es la tridimensionalidad y el estudio de las formas que lo vayan introduciendo progresivamente en los temas de la composición-escala, de la materialidad-técnica y del uso-funcionalidad de los espacios para los actos estudiados. En esta experiencia de investigación-acción<sup>5</sup> docente, en el período formativo de la carrera, nos propusimos desarrollar ciertas bases para un nuevo modelo didáctico para el taller de iniciación del primer año, que incluyeron el diseño de estrategias y aplicación de herramientas necesarias explorando nuevos enfoques que incorporan, experimentalmente, ciertos avances de las ciencias cognitivas provenientes de las bases biológicas del aprendizaje<sup>6</sup>.

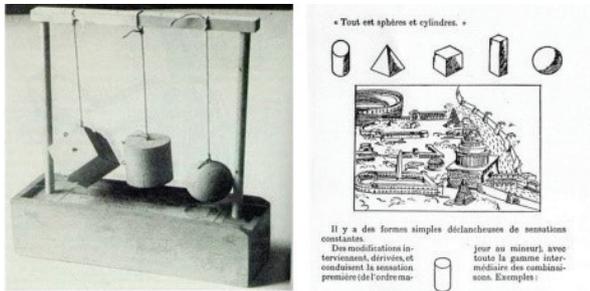
<sup>2</sup> Teóricos como Gardner (1987); Perkins (1992); y Wiggins y McTighe (1998) subrayan la importancia vital del aprendizaje reflexivo y del establecimiento de conexiones dentro de una pedagogía de la comprensión. Es decir, que los estudiantes puedan reconocer las relaciones que existen entre las diferentes asignaturas y el mundo que les rodea, adaptarse a situaciones nuevas y combinar los conocimientos pertinentes con la inteligencia práctica y social a la hora de resolver problemas reales por sí mismos o en grupo. Respecto al concepto local de Formación Integral en el contexto nacional, ver sitio web del Ministerio de Educación de Chile y la Fundación Chile (<http://www.educarchile.cl>).

<sup>3</sup> Destacamos los estudios sobre la “Teoría de las inteligencias múltiples” del psicólogo Howard Gardner en 1983. Estas inteligencias serían: lingüístico-verbal, lógico-matemática, musical, visual, corporal-kinestésica, intrapersonal, interpersonal y naturalista. Según este modelo, un bailarín de danza moderna es inteligente, así como lo es un artista plástico o un físico nuclear. Las habilidades blandas se enmarcarían, por ejemplo, dentro de la inteligencia social y de la intrapersonal. En educación, el alumno debe ser consciente de que cultivar y fortalecer estas destrezas lo hará un mejor profesional (Gardner, 1987).

<sup>4</sup> Respecto a esto último se ha discutido recientemente en uno de los más importantes foros de educación de arquitectura, como es la Asociación de Escuelas de Arquitectura de Europa (AEEA), en encuentro de 2012 centrado en el tema: “La razón y las pasiones: la calidad de la empatía en la investigación, enseñanza y diseño” (Vanderburgh y Younes, 2012), como veremos más adelante.

<sup>5</sup> Siguiendo a Kurt Lewin, quien primero acuñó el término investigación-acción (Lewin, 1946), esta se debe entender como una forma de indagación introspectiva colectiva emprendida por participantes en situaciones sociales que tiene el objeto de mejorar la racionalidad y la justicia de sus prácticas educativas, así como su comprensión de esas prácticas y de las situaciones en que éstas tienen lugar.

<sup>6</sup> La experiencia, cuya duración fue de aproximadamente 120 h de trabajo, se fue desarrollando durante la aplicación de este modelo durante dos períodos de talleres anuales de primer año de la carrera de arquitectura en la Universidad del Bío-Bío (2012-2013), y dos talleres semestrales durante el año 2014, con grupos de entre 18 y 28 estudiantes.



**Figura 1.** Referentes. A la izquierda los volúmenes básicos de los regalos de Fröbel, y a la derecha las grandes formas primarias de Le Corbusier.

**Figure 1.** References. On the left the basic volumes of the gifts by Froebel and on the right the great primary forms by Le Corbusier.

En esta investigación hemos ido revisando en paralelo también, como referentes, dos experiencias de iniciación que nos han parecido notables, tanto por su impronta auto-formativa como por el impacto y la influencia histórica que significaron para la arquitectura contemporánea. Se trata de los casos de dos de los llamados maestros de la arquitectura del siglo XX, como son Frank Lloyd Wright y Le Corbusier. En esta revisión referencial esperamos encontrar ciertas nociones fundamentales donde ir apoyando nuestra propuesta. Para esto hemos recurrido a dos fuentes diversas: en el caso de Wright de segunda fuente, esto es, a partir de los estudios de un importante crítico de su obra; y en el caso de Le Corbusier de primera fuente, estudiando sus propias reflexiones y declaraciones aparecidas en una de sus primeras publicaciones (Figura 1).

## Referencias del inicio

En el caso de Wright, según Richard MacCormac (MacCormac, 2014 [1968]) -uno de los más importantes críticos de la obra de Wright-, éste habría traducido el modelo del jardín de infantes del método de Fröbel en un sistema tridimensional de arquitectura. Frank Lloyd Wright jugó durante su infancia con los llamados “regalos” inventados por Fröbel -pedagogo alemán creador de la educación preescolar, del concepto de jardín de infancia y de un sistema de enseñanza fundado en el juego-, y en su autobiografía habría revelado la influencia que tuvieron en él estos juguetes. Debido a ello su arquitectura, que a menudo es considerada como indescifrable al análisis formal, revelaría un sorpresivo rigor geométrico. En efecto, Fröbel proponía en sus libros introductorios la

geometría de la cristalografía, que el supuso común a la estructura de todas las cosas, como la base de sus modelos. Para MacCormac, su influencia fue doble, intelectual y espiritual:

*La comprensión de las leyes de la naturaleza podría simultáneamente desarrollar poderes de la razón y convertir el sentido de la armonía y el orden de Dios; “el trabajo de Dios refleja la lógica de un espíritu y la educación humana no puede hacer otra cosa mejor que imitar la lógica de la naturaleza”, decía Fröbel (MacCormac, 2014 [1968], p. 143).*

Estos regalos son probablemente los primeros juguetes educativos de la historia. Se trataba de una serie de piezas sencillas, elaboradas con madera, de formas geométricas y pintadas con colores primarios y que tenían como objetivo promover la exploración directa de los niños e inducir su creatividad. Los regalos se numeran del 1 al 10; los cinco primeros fueron publicados personalmente por Fröbel, los restantes fueron utilizados por él en su jardín de infancia y se publicaron después de su muerte. Comienzan con el reconocimiento y la comprensión de los volúmenes básicos, esfera, cilindro y cubo, desarrollándose progresivamente actividades más complejas de percepción, manipulación y combinación, de lo concreto a lo abstracto.

En el caso de Le Corbusier, la reflexión aparece en apuntes en su libreta de viaje luego de conocer Roma en su juventud, que posteriormente publicaría en el libro “Hacia una arquitectura” en 1923<sup>7</sup>. Allí asevera que la geometría solucionará los problemas de la arquitectura y los grandes problemas de la construcción moderna:

*La arquitectura es el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes reunidos bajo la luz. Nuestros ojos están hechos para ver las formas bajo la luz, y la luz y la sombra revelan estas formas: cubo, cono, esfera, cilindro y pirámide son las grandes formas primarias que la luz revela (Le Corbusier, 1998, p. XXIX).*

Y más adelante dice:

*Las formas primarias son las formas bellas, puesto que se leen con claridad [...] La imagen de ellas es clara y tangible, sin ambigüedad. Por esta razón son formas bellas, las más bellas. Todo el mundo está de acuerdo con esto: el niño, el salvaje y el metafísico. Es la condición esencial de las artes plásticas (Le Corbusier, 1998, p. 16).*

Para Le Corbusier, el arquitecto, inspirado por la ley de la economía y llevado por el cálculo, nos pone de acuerdo con las leyes del universo y logra la armonía.

Luego agrega:

*El arquitecto, por el ordenamiento de las formas, obtiene un orden que es una pura creación del espíritu; por las formas,*

<sup>7</sup> El libro *Hacia una arquitectura*, publicado por primera vez en el año 1923, reúne los textos que Le Corbusier y Amédée Ozenfant habían escrito en la revista de arte francesa *L'Esprit Nouveau* publicada entre 1920 y 1925 (Le Corbusier, 1998).

*afecta intensamente nuestros sentidos provocando emociones plásticas; por las relaciones que crea, despierta en nosotros profundas resonancias, nos da la medida de un orden que se siente de acuerdo con el del mundo, determina reacciones diversas de nuestro espíritu y de nuestro corazón; y entonces percibimos la belleza (Le Corbusier, 1998, p. 19)<sup>8</sup>.*

La experiencia de Wright en su entorno educativo de infancia y la de Le Corbusier en sus observaciones de viaje durante su juventud marcan en ambos, aunque en diferentes contextos, un inicio en un sistema tridimensional de arquitectura que traspasará su obra posterior. En ambos casos, esta experiencia significa una reconexión -no sólo con las formas primordiales de la naturaleza y, de este modo, del individuo con la armonía universal sino que, y sobre todo- con el conocimiento de las formas fundamentales que los inician en el arte de la arquitectura. Considerando lo anterior nos parece que un modelo didáctico de iniciación a la forma para el proyecto, para una formación integral, debe estar enfocado por tanto a despertar en el estudiante tres nociones fundamentales:

- La conciencia holística de ser parte de un todo armónico dentro del mundo y en el universo.
- La comprensión de las leyes universales de la naturaleza a través de la geometría tridimensional.
- La distinción de los sólidos como las formas fundamentales de la naturaleza y la arquitectura.

El estudio de las referencias de los maestros nos enseña que proyectar formas a partir de ciertos sólidos fundamentales, lo que podríamos llamar “el juego de los armónicos”, sería en el inicio la fuente del conocimiento arquitectónico y sugiere, en este sentido y en el contexto histórico en que esta experiencia iniciática surge, una reconexión con las bases de la arquitectura de todos los tiempos. La enseñanza del proyecto entonces, entendido este como una actitud cognitiva, requeriría, pues, de un modelo didáctico que despierte en el estudiante estas tres nociones fundamentales que permitirían esta reconexión.

A la luz de las observaciones de estas experiencias que se han tomado como referentes, ¿cómo elaborar un modelo didáctico que considere estas nociones fundamentales, y los aspectos relevados, para una formación integral?

## **Estrategias para una formación integral: uso de bio-herramientas**

Como venimos planteando, la autonomía de la arquitectura no debe ser entendida como un sistema educativo aislado sino que abierto a los aportes de los nuevos avances en otras áreas del conocimiento que le permitan ir reconectando la disciplina, desde lo propio, con la innovación en sus métodos y proceso de producción en la investigación, enseñanza y el diseño. Para la elaboración de un modelo didáctico estudiamos previamente un par de referentes pedagógicos que, basados en los nuevos avances de las ciencias cognitivas y considerando estas nociones fundamentales y aspectos relevados anteriormente, están enfocados a lo que Vanderburgh y Younes denominan adaptación del proyecto arquitectural al proyecto humano<sup>9</sup>. Se trata de dos autores latinoamericanos que han estado cercanos a nuestra propia experiencia: del primero de ellos tomamos el llamado principio bio-céntrico (Toro, 2007), que intenta explicar que todo lo existente en el universo está organizado en función de la vida, ya sea la vida vegetal, animal, el planeta tierra como organismo viviente y el Universo como ser vivo, abriendo la posibilidad real de integración entre el ser humano y el cosmos; y del segundo sus denominadas bio-herramientas (Paymal, 2010) de enseñanza y de terapia, que se enfocan fundamentalmente hacia el desarrollo integral y la expansión de la conciencia humana, considerando al humano como un ser holístico que es unión, integración y constante interrelación de su cuerpo físico, biológico, mental, emocional, intelectual y espiritual.

En la base de este principio, y de las bio-herramientas, la educación holística toma los aportes de la nueva ciencia como base y reconoce el mundo como una compleja red de relaciones entre las distintas partes de un todo global donde se considera, aún más que el aprendizaje de teorías y modelos, el verdadero desarrollo de mentes científicas capaces de hacer un uso inteligente y creativo de los recursos tecnológicos actuales<sup>10</sup>. Para Toro “el cuerpo es mi laboratorio”, rescatando la vivencia y “la corporeidad del vividor como recurso epistemológico”. Para Paymal, las bio-herramientas actúan a la vez en varios niveles sutiles y profundos desbloqueando los nudos energéticos, conectándonos con nuestra sabiduría interior y ayudando a descubrirnos como seres integrales

<sup>8</sup> En sus ejemplos llega a sugerir el juego armónico de formas geométricas simples, o fundamentales, y las geometrías complejas que llama “de segundo orden”: “La arquitectura gótica no es, en su fundamento, una arquitectura en base a esferas, conos y cilindros. Sólo la nave expresa una forma simple, pero de una geometría compleja de segundo orden (cruceros de ojivas)” (Le Corbusier, 1998, p. 19).

<sup>9</sup> En efecto ambos autores introducen el encuentro de la Asociación de Escuelas de Arquitectura de Europa (2012), mencionado al inicio, sobre el tema “La razón y las pasiones: la calidad de la empatía en la investigación, la enseñanza y el diseño”, observando que trabajos recientes en numerosas disciplinas sugieren una interdependencia íntima entre ambas, lo que conduce a reconsiderar lo que denominan “la adaptación del proyecto arquitectural al proyecto humano”. En oposición a la idea de una “cierta razón fría”, los estudios de la cognición y del desarrollo humano muestran que la capacidad de la razón está arraigada en la empatía, que consiste en “sentir los sentimientos del otro” (humano o no humano) (Vanderburgh y Younes, 2012).

<sup>10</sup> La educación holística considera en el ser humano estos cinco planos de igual importancia, donde el sistema completo se comporta de un modo distinto al de la suma de sus partes. Se trataría de una educación viva que produce un conocimiento y una habilidad que se desarrolla con la aplicación de la inteligencia en la experiencia propia.

con inmensos potenciales y cualidades, estimulando las inteligencias múltiples conectando y armonizando los dos hemisferios cerebrales<sup>11</sup>, desbloqueando, abriendo y activando los canales y los centros energéticos físicos y sutiles del cuerpo humano basándose sobre procesos de autoenseñanza y autoevaluación (o autosatisfacción). Estas herramientas se basan en el uso de técnicas de relajación y de respiración, que proveen estabilidad para la armonización y el enraizamiento, y luego en ejercicios de activación tanto de los cinco sentidos exteriores como de los cinco sentidos interiores y de la intuición (hemisferio derecho del cerebro)<sup>12</sup> (Figura 2).

La propuesta de un modelo didáctico nos lleva a proponer una estrategia pedagógica

- la introducción de una unidad en donde los estudiantes logren conocer y aplicar nociones fundamentales de la forma en el proyecto de arquitectura- y la aplicación de bio-herramientas como base de un modelo didáctico proyectual:
- Ejercicios al aire libre con técnicas de relajación y de respiración que proveen estabilidad para la armonización y el enraizamiento a los estudiantes.

- Construcción y uso de los sólidos platónicos en la didáctica al interior del taller, incorporando las nociones fundamentales relevadas anteriormente.

Los llamados sólidos platónicos son cinco cuerpos básicos fundamentales de los que, de acuerdo a lo que manifestara Platón en el siglo V a.C., todas las cosas en este planeta están compuestas: octaedro, tetraedro, exaedro, icosaedro y dodecaedro. Estos mismos principios podrían aplicarse para toda la creación ya que todos seríamos una parte integral de ello<sup>13</sup>. Retomando las nociones fundamentales de referencia, la geometría sagrada o armónica sería el estudio de las formas geométricas y sus relaciones metafóricas con la evolución humana y el Universo (Melchizedek, 1999) y el lenguaje o sello de uno de los vértices de la tríada creadora que, junto con la luz y el sonido, confieren belleza, ritmo y armonía a la creación en este universo multidimensional. En otros términos, se trata del estudio de las transiciones evolutivas -fluidas de la mente, las emociones, el espíritu y la conciencia-reflejadas en la transición subsiguiente desde una forma de geometría sagrada (estado de conciencia) hacia otro (Paymal, 2010)<sup>14</sup>.



**Figura 2.** Preparación de docentes y estudiantes. Se diseña una secuencia de ejercicios de armonización y de enraizamiento para ser aplicados rutinariamente a los integrantes del taller una vez a la semana en los jardines de la universidad. Estos ejercicios son preparatorios al trabajo en el taller y permiten estar dispuestos para la acción proyectual. Se trabaja también en paralelo a través de un grupo de Facebook para mantener la comunicación a distancia para el apoyo mutuo en la co-gestión y codesarrollo de información (12 h, 1 h a la semana).

**Figure 2.** Preparation of teachers and students. A design of a sequence of exercises of harmonization and rooting to be applied to the members of the workshop once a week in the gardens of the university. These exercises are preparatory for the work in the workshop and are a preparation for the actions within the project. A Facebook group is also opened to maintain the distance communication for mutual support with co-management and co-development of information (12 hours, 1 hour a week).

<sup>11</sup> Respecto a las inteligencias múltiples (Gardner, 1987), cerebro y el aprendizaje (Hart, 1999), inteligencia emocional (Goleman, 1996). Hart fue uno de los primeros autores en escribir acerca del cerebro desde la perspectiva educativa, cuando en 1983 acuñó el término “cerebro-compatible” para referirse a la educación diseñada para ajustar “los escenarios y la instrucción a la naturaleza del cerebro”, en vez de tratar de forzar al cerebro a implicarse con arreglos establecidos, sin atender a lo que este órgano es o cómo trabaja mejor.

<sup>12</sup> Además de los cinco sentidos externos -vista, oído, olfato, gusto y tacto- estarían otros cinco interiores: el saber, el tiempo, la identidad, la conciencia multidimensional y el humor. En diversos contextos, estos últimos se irían desarrollando a través de la meditación y los juegos en general, y de otros ejercicios como tejido, confección, juego con burbujas, mantención de plantas y mascotas, entre otros. Ver herramientas bio-inteligentes en Capítulo 9, y bio-mórficas y bio-reconectoras en Capítulo 10, en Paymal, 2010.

<sup>13</sup> Los sólidos platónicos son poliedros regulares convexos tal que todas sus caras son polígonos regulares iguales entre sí, y en que todos los ángulos sólidos son iguales. La lista es exhaustiva, ya que es imposible construir otro sólido diferente de los cinco anteriores que cumpla todas las propiedades exigidas, esto es, convexidad y regularidad. Sus propiedades son conocidas desde la antigüedad clásica gracias al filósofo griego Platón, a quien deben su nombre y se le atribuye haberlos estudiado en primera instancia desde que hiciera de ellos una descripción detallada en “Los elementos” de Euclides.

<sup>14</sup> Varios trabajos y reflexiones (así como también una entrevista en la p. 214) del arquitecto peruano Oscar Senmache, reconocido educador, investigador y facilitador de talleres de geometría sagrada en Latinoamérica, aparecen en Paymal, 2010.

Pero, ¿que entendemos entonces por armónica o armónicos?

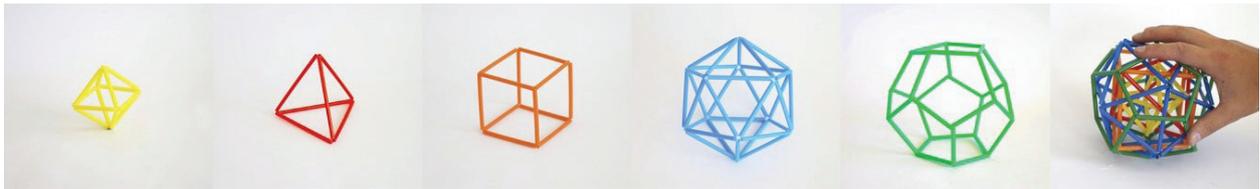
### Armónicos en la física, el arte y la arquitectura

Para la física, en la mecánica ondulatoria, un armónico es el resultado de una serie de variaciones adecuadamente acomodadas de una onda vibratoria, en un rango o frecuencia de emisión denominado paquete de información o fundamental. Dichos paquetes configuran un ciclo que, adecuadamente recibido, suministra a su receptor la información de cómo su sistema puede ofrecer un orden capaz de dotar al medio en el cual expresa sus propiedades de una armonía. El armónico, por lo tanto, es dependiente de una variación u onda vibratoria portadora<sup>15</sup>.

Los armónicos son las distintas frecuencias vibratorias componentes de un sonido, de una luz o de una forma, con diversa “intensidad”, “timbre” y “matiz” que se generan desde (por la creación de) una frecuencia fundamental o generadora, tal como sería una nota, un color o un sólido, también llamadas primordiales, elementales o esenciales<sup>16</sup>. Los armónicos surgen de la propagación de esa frecuencia generadora y su interacción con la naturaleza (geometría) del medio en que lo hace. Existiría un arte de la combinación de estos componentes, que llamaremos juego: cuando la combinación de sonidos, colores o formas

puestos en juego incluye a varios primordiales con secundarios “armónicos” y complementarios en común, tales combinaciones serán percibidas como “consonantes”, las que producen en el receptor una sensación de armonía. Siguiendo a Senmache, veamos que sucede con la tríada creadora de sonido, luz y forma:

- En la música, como experiencia auditiva, los armónicos son una serie de ondas sonoras que se generan al ejecutar una nota, donde cada armónico tiene una amplitud (intensidad, volumen o fuerza) diferente que permite identificar el timbre característico de una fuente física de sonido (voz humana, instrumento musical, etc.).
- En la pintura, como experiencia visual, los armónicos son aquella amplitud de luz percibida o colores que se ubican a la derecha o a la izquierda de alguno de los colores básicos (rojo, azul o amarillo), en la misma sección del círculo cromático o en el lado opuesto (o complementario), y que para la vista tienen su matiz.
- En la arquitectura, los armónicos serían aquellas formas derivadas geoméricamente de los sólidos fundamentales que podríamos identificar ya sea por su “matiz” espacial y compositivo, por su “timbre” material, o por su “intensidad” en el uso en la propia experiencia corporal del observador<sup>17</sup>.



**Figura 3.** Construcción. Se construyen los cinco sólidos platónicos o formas primarias: octaedro, tetraedro, exaedro, icosaedro y dodecaedro. Se observan las relaciones armónicas entre cada uno de los sólidos, de manera que, partiendo desde el más pequeño, el octaedro, cada uno va abrazando y consolidándose estructuralmente con el anterior, hasta el dodecaedro, hasta alcanzar en conjunto un tamaño no más grande que lo que podemos abarcar con ambas manos. Las aristas de los sólidos se hacen con varillas de globo plásticas huecas de diferentes colores, amarradas con hilo de pescar. La primera observación es de sus colores particulares y de las relaciones proporcionales y solidarias que existen, tanto entre ellos como con otros de los mismos (9 h).

**Figure 3.** Construction. Octahedron, tetrahedron, hexahedron, icosahedron and dodecahedron: the five Platonic solids or primary forms are constructed. The students observe the harmonious relations between each of the solids, starting from the smallest, octahedron, each is structurally embracing and consolidating the previous, until the dodecahedron, reaching in all no larger than what we can embrace with both hands. The edges of solid rods are made of hollow plastic globes in different colors, tied with a fishing line. The first observation is of its particular colors, proportion and supportive relationships, both among themselves and with others of the same (9 hours).

<sup>15</sup> Hemos llegado a esta definición a partir de experiencias directas observadas en laboratorios de Física de la Universidad del Bío-Bío, junto a la Dra. Ximena Torres, basados también en experiencias didácticas de (Benson, 2006) sobre fenómenos de ondas.

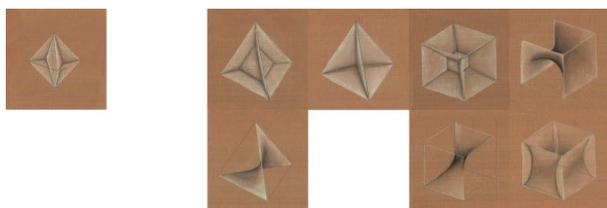
<sup>16</sup> Lo que sigue son observaciones y reflexiones sobre ciertas experiencias informales realizadas junto a músicos y artistas plásticos, en paralelo al taller de arquitectura, basados en Benson (2006), para la música y Meissner (1993) para la teoría del color en la pintura.

<sup>17</sup> Haciendo una relación con la arquitectura, matiz, timbre e intensidad equivaldrían a las categorías vitruvianas de *venustas* (escala, composición, tamaño), *firmitas* (técnica, material-tecnología), y *utilitas* (utilidad-funcionalidad). O a la belleza, a la firmeza y a la utilidad en la propia experiencia corporal del observador.



**Figura 4.** Exploración A (EA). Se observan las superficies rectas y curvas que se van formando armónicamente en su interior con burbujas al ir introduciendo el sólido en una solución de agua con jabón. Esta diversidad de formas efímeras es capturada y estudiada en el instante mediante fotografías. A estas formas secundarias, producto de las burbujas, las llamaremos INTRUSIONES (9 h).

**Figure 4.** Scanning A (EA). The students observe surfaces straight and curved that are formed inside harmoniously with bubbles. We gradually introduce the solid in a solution of soapy water. This diversity of ephemeral forms is captured and studied at the moment with photographs. We call these secondary forms INTRUSION (9 hours).



**Figura 5.** Registro EA. Esta diversidad de formas secundarias, desde el paraboloid hiperbólico hasta el hiper-cubo (inicialmente en octaedro, tetraedro y exaedro), va siendo ahora estudiada. A partir de las fotografías anteriores, se hacen dibujos a mano alzada tratando de distinguir la naturaleza de los planos que conforman cada intrusión (9 h).

**Figure 5.** Registration EA. This diversity of secondary shapes from the hyperbolic paraboloid to the hyper-cube (in octahedron, tetrahedron and hexahedron) is then studied. From the photos a freehand drawing is done trying to distinguish the nature of the planes that form each intrusion (9 hours).



**Figura 6.** Modelación EA. Posteriormente se hace una modelación de los planos de la intrusión con el uso de diversos materiales. Estos van conformando una paleta de formas secundarias planas, o ARMONICOS, a partir de las formas primarias (9 h).

**Figure 6.** Modeling EA. Subsequently we do modeling of planes from the intrusion using different materials. These form a palette of secondary shapes, or harmonics, from the primary forms (9 hours).

## Resultados

Luego de sistematizar la experiencia, pudimos concluir que el uso de los sólidos platónicos como base para este modelo introduce un método con las siguientes características:

- Exhaustivo, puesto que es imposible construir otro sólido diferente de los cinco fundamentales que cumpla todas las propiedades exigidas, es decir, convexidad y regularidad. Los resultados surgen luego de construir los sólidos con varillas y observar sus combinaciones (Figura 3).
- Inclusivo, puesto que cada uno de ellos contiene configuraciones complejas derivadas de las fundamentales. Los resultados surgen luego de producir las burbujas al interior de los sólidos

<sup>18</sup> De acuerdo a nuestras experiencias, la resonancia es lo que registramos como información. En consecuencia, podríamos decir que la esencia de la información es la resonancia.

(exclusivamente el octaedro, tetraedro y exaedro) y observar la forma de estas, que llamaremos intrusiones (Figura 4).

- Concreto, puesto que cada una de estas configuraciones complejas puede materializarse y estructurarse de manera lógica y armónica. Los resultados surgen luego de dibujar y de construir las intrusiones con materiales diversos y observar su estructura y composición (Figura 5 y Figura 6).

- Espacial, puesto que las combinaciones a partir de las extrusiones, intrusiones y consolidaciones van creando patrones armónicos posibles de manipular. Los resultados surgen luego de ensayar y proyectar modelos a escala 1:1 y 1:20/1:10, observando posibles usos de los espacios (Figura 7, 8 y 9).
- Proyectual, puesto que los modelos van permitiendo hacer ajustes y replanteos sobre los patrones estudiados. Los resultados surgen luego de



**Figura 7.** Exploración B. Se observan y ensayan las posibilidades de agregación de los sólidos, que llamaremos EXTRUSIONES, y la colaboración articulada de cada uno con otro de manera armónica, que llamaremos CONSOLIDACIONES (9 h)

**Figure 7.** Exploration B. The students observe and test the possibilities of aggregation of solids, which we call EXTRUSIONS, and the cooperation with each other, which we call CONSOLIDATIONS (9 hours).



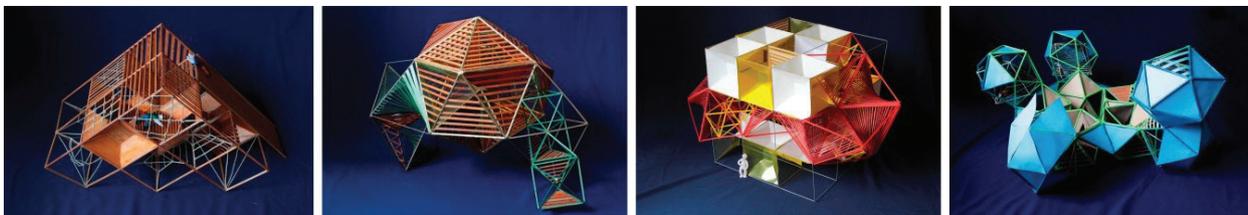
**Figura 8.** Exploración C. Se construyen ahora los sólidos al tamaño del cuerpo humano erguido y se emplazan, separados y en conjunto, en un lugar público donde se pueden observar las impresiones y la interacción a escala de las personas con las estructuras (9 h).

**Figure 8.** Exploration C. The students build the solids with the size of the erect human body and they located, separate and together, in a public place where you can see the impressions and interaction of people with the structures (9 hours).



**Figura 9.** Exploración D. Se invita a un grupo de niños de una escuela cercana a jugar e interactuar con cada uno de los anteriores -y con el conjunto- y se observan sus posturas, gestos y movimientos en la interacción. Este trabajo de observación de ciertos protocolos de juego de los niños de 5 a 9 años, donde los estudiantes hacen notas escritas y croquis de estudio, se realiza también en otros lugares públicos (9 h).

**Figure 9.** Exploration D. A group of children from a nearby school is invited to play and interact with each of the previous ones – and with the whole – and their postures, gestures and movements in the interaction are observed. This observation work is also performed in various places where students make written notes and sketches studying certain protocols of game of the 5-9 year-old children (9 hours).



**Figura 10.** Propuesta espacial: Modelos. Con el manejo de este repertorio formal de armónicos -los sólidos platónicos y sus posibilidades de combinación: intrusiones, extrusiones y consolidaciones- los estudiantes comienzan a trabajar en la propuesta de modelos espaciales. Trabajando a escala con las medidas de la primera etapa (escala 1:20 y 1:10), proyectan espacios para acoger las diferentes posturas, gestos y movimientos, propios de una aldea de juegos, con un programa o protocolo del que pueden participar simultáneamente hasta 5 niños, ubicados posteriormente en los jardines de la universidad. En la elaboración de la propuesta espacial se invita a participar al taller a los docentes de las diferentes asignaturas anexas cuyas materias están involucradas, como representación, edificación y matemáticas, de manera de ir incluyéndolas en el proyecto (20 h).

**Figure 10.** Spatial proposal: Models. With the handling of this formal repertoire of harmonics, the Platonic solids and their possible combinations: intrusions, extrusions and consolidations, students begin to work on the proposed spatial models. Working to scale measures of the first stage (1:20 and 1:10), they project spaces to accommodate different postures, gestures and movements, typical of a village of games, with a program or protocol in which up to 5 children can participate simultaneously, located in the gardens of the university. In the development of this spatial proposal they invite teachers to attend the workshop from different subjects with related topics that are involved, such as representation, building and mathematics, in order to start including them in the project (20 hours).



**Figura 11.** Propuesta espacial: Exploración digital. En la producción final del taller los estudiantes demuestran haber logrado adquirir las competencias deseadas mediante diversos sistemas de representación: láminas de dibujos o fotomontajes en el lugar de emplazamiento con diferentes vistas que van mostrando el desarrollo del acto en los espacios, un modelo escala 1:10 donde aparecen nociones de composición, materialidad, construcción y estructura -acompañado de esquemas que son evaluados además por docentes de las materias respectivas-, y un video digital animado donde se exploran, mediante inmersiones digitales, los espacios de juego siguiendo protocolo de la propuesta (<https://www.youtube.com/watch?v=xEb45JftAOM>) (15 h).

**Figure 11.** Spatial proposal: Digital exploration. In the final production of the workshop, students show they have managed to acquire the desired competences through various representation systems, like drawings, photomontage or collages, on the installation site with different views that show the development of the act in the spaces, with a scale model 1:10, where notions of composition, materiality, construction and structure –accompanied by the schemes which are further evaluated by teachers of the different respective subjects –, as well as an animated video where they explore digitally the spaces of structure shown, following the protocol of this proposal for children playgrounds at parks (<https://www.youtube.com/watch?v=xEb45JftAOM>) (15 hrs.).

hacer estudio inmersivo en los modelos usando fotomontaje digital y tecnología de video (Figura 10 y 11).

Finalmente el uso de los sólidos platónicos como base para este modelo introduce a lo que denominaremos juego de los armónicos, esto es, aquel que se desarrolla a

partir de las formas fundamentales en la acción proyectual: las geometrías complejas o de segundo orden permiten ir desarrollando progresivamente acciones más complejas de percepción, manipulación y combinación. De lo concreto a lo abstracto, de las formas sólidas a los patrones espaciales de manera de poder ir materializando ideas abstractas sobre la forma y el espacio de una manera concreta en

términos de composición-escala, de materialidad-técnica y de uso-funcionalidad.

Se puede concluir que la aplicación de este modelo didáctico permite que el estudiante se inicie adquiriendo las nociones fundamentales de la proyectación arquitectural, como son:

- La consciencia de que vivimos inmersos en un universo holográfico de imágenes tridimensionales armónicas que se pueden encontrar en el nivel molecular de toda la materia y de los objetos animados e inanimados de la naturaleza (Platón).
- La comprensión de que vivimos en este universo de la geometría nos permite reconectarnos de manera sabia y resonar en armonía con estas vibraciones primordiales de que estamos hechos, reflejando nuestra propia estructura atómica, molecular y celular.
- La distinción de que el inicio de la formación proyectual consiste en el juego de los armónicos que va desde las formas sólidas esenciales hasta los patrones espaciales más específicos como expresiones constituyentes fundamentales de la forma arquitectónica.

## Agradecimientos

Este artículo tiene como coautores a los arquitectos docentes Denisse Schmidt, Cristián Muñoz, Guillermo López y Mauro Aguilera, a quienes agradezco su contribución. Además agradezco muy especialmente a la educadora Noemí Paymal y al arquitecto Oscar Senmache -de Pedagoogia 3000- por iniciarme en la geometría armónica o sagrada y en la educación holística. También a las siguientes personas e instituciones: Ximena Torres, doctora en física cuántica de la Facultad de Ciencias, a la antropóloga Magaly Mella del Observatorio Prospectivo del Sistema Territorial de Educación, y al programa de Magister en Didáctica Proyectual, todos de la Universidad del Bío-Bío; y a los arquitectos Luis Adrián Araneda, Virginia Laguía y Bikash Chaudhuri de L'Unité des Projets de L'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-La Villette (Francia) por permitirme trabajar con los estudiantes del programa de Master, y por su apoyo académico y aportes en la discusión en el desarrollo de esta investigación. Además agradezco la colaboración de los estudiantes Roberto Bacigalupo, Patricio Zeiss, Emilia Gómez, Cristián Pablo Muñoz, Daniel Monsalve, Sebastián Pinochet y Francisca Celedón, y en general a todos los estudiantes que formaron parte de los talleres de primer año de Arquitectura (de las promociones 2012,

2013 y 2014) de la Universidad del Bío-Bío, donde se llevó a cabo esta investigación-acción.

## Referencias

- BENSON, D. 2006. *Music: A mathematical offering*. Cambridge, Cambridge University Press, 482 p.  
<http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511811722>
- EDUCARCHILE. 2014. Sitio web del Ministerio de Educación de Chile y la Fundación Chile. Disponible en: <http://ww2.educarchile.cl/Portal.Base/Web/verContenido.aspx?ID=210696>. Acceso el: 01/02/2015.
- GARDNER, H. 1987. *Estructura de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. México, Fondo de Cultura, 315 p.
- GOLEMAN, D. 1996. *Inteligencia emocional*. 4ª ed., Barcelona, Kairos, 514 p.
- HART, L. 1999. *Human brain & human learning*. Washington, Books for Educators, 416 p.
- LAGOS, R. 2012. Prefacio. In: de Jean François MABARDI Rodrigo LAGOS (ed.), *Maestría del proyecto*. Concepción (Chile), Ediciones de la Universidad del Bío-Bío, 191 p.
- LAGOS, R. 2013. Enseñanza de la arquitectura, movimiento universitario y reformas en Chile (1964-1973). *Revista 180*, 32:24-29.
- LE CORBUSIER. 1998. *Hacia una arquitectura*. Barcelona, Apóstrofe Editores, 256 p.
- LEWIN, K. 1946. Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2(4):34-36.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- MACCORMAC, R. 2014 [1968]. The anatomy of Wright's aesthetic. Artículo publicado en *Architectural Review*, 143:143-146, Febrero de 1968. Disponible en: <http://rapulopulo.blogspot.com/2009/11/la-anatomia-de-la-estetica-wrightiana.html>. Acceso el: 01/02/2015.
- MEISSNER, E. 1993. *La configuración espacial: sobre estructuras configuradas y espacios configurados*. Concepción, Ediciones de la Universidad del Bío-Bío, 190 p.
- MELCHIZEDEK, D. 1999. *The Ancient Secret of the Flower of Life*. Flagstaff (Arizona) Light Technology Publishing, Clear Light Trust, vol. 1, 227 p.
- PAYMAL, N. 2010. *Pedagoogia 3000: Guía práctica para docentes, padres y uno mismo*. 4ª ed., La Paz (Bolivia), Editorial Ox La-Hun, 463 p.
- PERKINS, D. 1992. *Smart schools: Better thinking and learning for every child*. New York, Free Press Editors, 257 p.
- SCHÖN, D. 1992. *La formación de profesionales reflexivos: Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Barcelona, Editorial Paidós, 310 p.
- TORO, R. 2007. *Biodanza*. Santiago de Chile, Editorial Cuarto Propio y Espacio Indigo, 300 p.
- VANDEBURGH, D.; YOUNES, C. 2012. 6º Workshop: *Architecture, raison et les passions: la qualité de l'empathie en enseignement et recherche*. Association Européenne pour l'Enseignement de l'Architecture-Europen Association of Architectural Education (AEEA-EAAE), Theory net. Cité de l'Architecture (Paris, France), Noviembre. Disponible en: [http://www.eaae.be/old/web\\_data/events/workshops/201201/ArchitectureReasonPassions.pdf](http://www.eaae.be/old/web_data/events/workshops/201201/ArchitectureReasonPassions.pdf). Acceso el: 01/02/2015.
- WIGGINS, G.; MCTIGHE, J. 1998. *Understanding by design*. Alexandria, (VA), Association for Supervision and Curriculum Development, 203 p.

Submetido: 28/09/2015

Aceito: 06/04/2016