

Robusteciendo El Modelo De Arquitectura Circular En La Enseñanza De Arquitectura; Construcción De La Bio-Arquitectura Circular Y Su Impacto En Los Proyectos Arquitectónicos De Estudiantes

Strengthening The Circular Architecture Model In Architectural Education; Construction Of Circular Bio-Architecture And Its Impact On Students' Architectural Projects



Juan Andrés Sánchez García
Universidad Veracruzana
México

juansanchez@uv.mx
<http://orcid.org/0000-0003-2217-2711>

Erika Viridiana Rios Aburto
Investigadora independiente
México

eviridiana0102@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0001-9369-095X>

Ma. Guadalupe Noemi Uehara Guerrero
Universidad Veracruzana
México

guehara@uv.mx
<http://orcid.org/0000-0003-3968-7797>

Fecha de recepción: 25 de febrero de 2024. Aceptación: 01 de abril de 2024.

Resumen

Ante la necesidad académica de plantear alternativas didácticas para afrontar la solución de proyectos arquitectónicos que detonen propuestas amigables con el medio ambiente, se presenta la arquitectura circular como una respuesta del quehacer arquitectónico para inhibir el impacto ecológico que se tiene en las edificaciones, en los contextos locales. La arquitectura circular responde a los desafíos en los proyectos arquitectónicos ya que, además del impacto ecológico en los productos, se puede dialogar con su metodología como una serie de estadios étápicos en la didáctica del aprendizaje basada en proyectos. Por ello, el objetivo de este trabajo es demostrar que cada etapa de un modelo didáctico se puede robustecer mediante un diálogo disciplinar para potenciar la arquitectura circular en el aprendizaje. Por ende, se presenta la manera en que se incrementa la etapa de argumentación arquitectónica en el modelo de didáctica basada en proyectos, mediante un diálogo disciplinar con la biofilia; esto genera herramientas al estudiante y justifica, de mejor manera, sus proyectos, mediante la construcción de una nueva tendencia como la bioarquitectura circular. Esta sirve para robustecer una etapa del modelo del proyecto basado en la arquitectura circular.

Palabras clave: modelo de enseñanza, arquitectura circular, biofilia, proyecto arquitectónico, bio-arquitectura.

Abstract

Given the academic need to propose didactic alternatives to address the solution of architectural projects that trigger environmentally friendly proposals, circular architecture is presented as a response to architectural work to inhibit the ecological impact that buildings have in local contexts. Circular architecture responds to the challenges in architectural projects since, in addition to the ecological impact on products, its methodology can be discussed as a series of stages in the didactics of project-based learning. Therefore, this paper aims to demonstrate that each stage of a didactic model can be strengthened through disciplinary dialogue to enhance circular architecture in learning. Consequently, how the architectural argumentation is increased in the project-based didactics model is presented through a disciplinary dialogue with biophilia; this generates tools for students and better justifies their projects by constructing a new trend, such as circular bioarchitecture. This strengthens a stage of the project model based on circular architecture.

Keywords: teaching model, circular architecture, biophilia, architectural project, bio-architecture.

Introducción

La enseñanza en arquitectura ha enfocado su atención en la exploración original de propuestas de estudiantes que dimensionan y critican fenómenos en las ciudades y en el habitar, para articular una solución emergente ante las situaciones actuales. La academia, sobre todo en arquitectura, representa un reto no solo intelectual y creativo, sino heurístico, para poder hacer frente a los contextos ecológicos contemporáneos.

Ante la conceptualización de propuestas para atender problemas de la ciudad, el estudiante de arquitectura tiene la responsabilidad ya no solo de responder a las problemáticas planteadas en el aula, sino a trascender en las propuestas de diseño que utilicen nuevas herramientas y conceptos. Así, pueden interpretar la arquitectura contemporánea con miras en la sustentabilidad y la arquitectura circular.

Un punto medular de los diseños contemporáneos, que debe permear a la academia de arquitectura, radica en la incidencia e impacto que estos diseños tienen para mitigar el avance de la huella ecológica en los entornos. Así, se evita que las propuestas se vuelvan incrustaciones en el medio natural; es más, se convierten en adaptaciones al entorno y contexto sobre el cual se edifican. De esta manera, aportan al medio contextual en el que se insertan y pueden mitigar los problemas ecológicos.

Dicho lo anterior, surgen tres cuestionamientos que se articulan en el siguiente trabajo para amalgamar el aprendizaje integral y heurístico en el estudiante, con miras a generar proyectos con perspectiva de arquitectura circular. Estos tres cuestionamientos son: ¿Cómo debe desarrollarse la visión del estudiante ante fenómenos ambientales y socioeconómicos?; ¿Cómo incide el ámbito académico en propuestas circulares para el impacto en la ciudad?; y, la que se considera como articuladora de éstas dos, ¿cómo poner en práctica el diálogo disciplinar en los estudiantes, para acrecentar y robustecer el impacto del aprendizaje circular ante fenómenos arquitectónicos, sociales y urbanos?. Las respuestas a estas preguntas reformulan la manera de aprender arquitectura, al minimizar la huella ecológica.

Marco Teórico

Arquitectura ante el problema de la huella ecológica

La carrera de arquitectura representa una responsabilidad social para grupos vulnerables, sin dejar de lado el impacto que se tiene directamente en cuestiones ambientales. Incluso, debería manifestarse a la arquitectura, en el aula, como un sinónimo de sustentabilidad. El problema recae en que el estudiante dista de comprender los vértices de aplicabilidad y responsabilidad que se tiene en el diseño ecológico; así, este se convierte en el reto fundamental en la enseñanza de arquitectura.

Frente a esta situación, se cuestiona hacia qué tipo de arquitectura debe dirigirse la enseñanza del estudiante, para plantear diseños que mitiguen la huella ecológica. Como primer acercamiento, se menciona a la arquitectura verde, que tuvo su auge

en los años noventa en Estados Unidos, Alemania e Inglaterra. En esos países, hasta ahora son precursores y guías del camino sobre el cual debe regirse la vida verde (Acerobsv, 2020). En esta corriente, se pretende estimular el bienestar y felicidad de personas con el máximo nivel sostenible, bioclimático y autosuficiente.

Si bien existen extensos trabajos sobre la arquitectura sostenible desde principios del siglo XXI, que defienden que "es aquella que tiene en cuenta el impacto que va a tener el edificio durante todo su Ciclo de Vida, desde su construcción, pasando por su uso y su derribo final" (AEC, 2019, párr. 1), lo cierto es que se entrelaza con el concepto de arquitectura ecológica. Este segundo concepto consiste en "una concepción alternativa del diseño arquitectónico, la cual se centra en aprovechar mejor los recursos naturales, de forma que su impacto en el medio ambiente sea reducido en comparación con

la arquitectura tradicional" (ACENTOR, 2021, párr.1). Por ello, este trabajo se centra en un objetivo que permita, mediante la didáctica en el diseño arquitectónico, inhibir la huella ecológica para el contexto de la ciudad. Se robustece el modelo de enseñanza a partir de la arquitectura circular.

El impacto que la arquitectura coloca en las ciudades se determina por la huella ecológica, que es un indicador para conocer el grado de impacto de la sociedad sobre el ambiente (Semarnat, 2017). Este concepto fue propuesto por William Rees y Malthis Wackernagel y ha llevado a la academia a reformular la forma en que se diseña en el aula. Ahora, se basa en los conceptos de sustentabilidad que imperan en las universidades en México.

La responsabilidad que se vierte en el aula es muy grande. En estos espacios, la misión es formar a estudiantes que, en años venideros, deben dimensionar la huella de la arquitectura en el medio ambiente. Para ejemplificar lo crítico del momento, desde la arquitectura, se puede señalar que:

El sector de la construcción contribuye a 23% de la contaminación atmosférica, 40% de la contaminación del agua potable, y 50% de residuos en los vertederos(...). Consume el 40% de la producción mundial de piedras brutas, grava y arena, así como el 25% de madera virgen (EBS, 2023, párr. 2).

Con dichas cifras, la academia se cuestiona ¿cómo debe desarrollarse la visión del estudiante ante fenómenos ambientales y socioeconómicos?. Se sabe que la misma profesión de la arquitectura es un fenómeno de alto impacto en el planeta. La primera respuesta es reconocer el grado de acecho en el medio natural, por parte de nuestra profesión; posterior a ello, se debe voltear a ver las propuestas que la misma arquitectura ha propiciado para mitigar el riesgo ecológico. Con ello, se puede acentuar una reformulación en el diseño arquitectónico para el estudiante de arquitectura.

Parte lateral de este pensamiento no es solo hacer un edificio inteligente y sostenible en el cual se pueda medir el impacto de la huella ecológica, la cantidad de consumo, el costo de producción y transporte, entre otros. No, también se debe participar, desde la academia, en colocar una visión en el estudiante, una perspectiva o forma de pensar que esté incrustada en cada etapa del modelo tradicional de aprendizaje.

Así, solo el primer paso es robustecer las etapas del modelo de aprendizaje basado en proyectos; a la postre, se debe generar la habilidad de cuestionar el propio proyecto basado en argumentos transdisciplinarios que defiendan las propuestas del estudiante. Así, podrá incrustar el proyecto ecológico en el diseño final.

Arquitectura circular en diálogo con la arquitectura biofílica en el modelo de didáctica

Los alcances en la construcción de edificios, en el contexto natural, son altos. Por ello, en algunas escuelas se contempla a la arquitectura circular como una propuesta y/o tendencia que permea en la forma de trabajar en el aprendizaje de estudiantes; así, se consiguen nuevas didácticas en el aula. Esta tendencia es la construcción de edificaciones que se apegan a un modelo sostenible, eficiente y amigable con el medio ambiente; se trata de una construcción que busca eficiencia en materiales y prevé lo que sucederá cuando se acabe la vida útil de la edificación (CMYK Arquitectos, 2022).

La propuesta de Arquitectura Circular representa la interpretación de la Economía Circular como un modelo que critica, cuestiona y propone una visión cíclica en el transporte, edificación, consumo y desechos de elementos en el mundo. En el sector de la construcción, que es uno de los más contaminantes y de los que generan más residuos en el planeta, se acrecienta la necesidad de la economía circular para formular la arquitectura circular. Según Sánchez (2022), "hay dos formas de aplicar esta filosofía, a partir del reciclaje de materiales y desde la reutilización de sus partes" (p. 7).

Para este trabajo, se reconoce que la economía circular “es un modelo de producción y de consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido” (Parlamento-Europeo, 2023, párr. 2). No es posible olvidarse de la importancia que se tiene en la academia de arquitectura para el objetivo 12 Producción y Consumo Responsable de las ODS. Este objetivo “pretende cambiar el modelo actual de producción y consumo para conseguir una gestión eficiente de los recursos naturales” (Pacto Mundial, 2019, párr. 8). Este objetivo, aunque alude a las empresas, también permite asumir un compromiso al sector de la construcción que, es necesario recalcar, es una de las más contaminantes, en términos de huella ecológica.

Si bien la economía circular representa un modelo que apoya a la arquitectura circular, lo que interesa en este trabajo no es hablar de los principios que dialogan en esta tendencia, sino de la reformulación conceptual que permite al estudiante entender y, mayormente, proponer diferentes tipos de arquitectura circular, que guíen a los procesos proyectuales a un sinnúmero de propuestas con poco o nulo impacto en el medio ambiente. Sin embargo, no se puede dejar de lado la visualización y la comprensión de un modelo estratégico conceptual que permita atender las problemáticas planteadas en el aula.

Si se parte de la perspectiva de la importancia de economía circular en arquitectura, se traslada esta necesidad al aprendizaje del estudiante. Así:

La academia está basada en el vínculo entre profesor y estudiante para comprender problemas de carácter arquitectónicos y urbanos, estudiarlos y generar la propuesta que mejor resuelva el fenómeno adecuado a las herramientas que se adquieren para un aprendizaje significativo (Sánchez y Rios, 2023, p. 57).

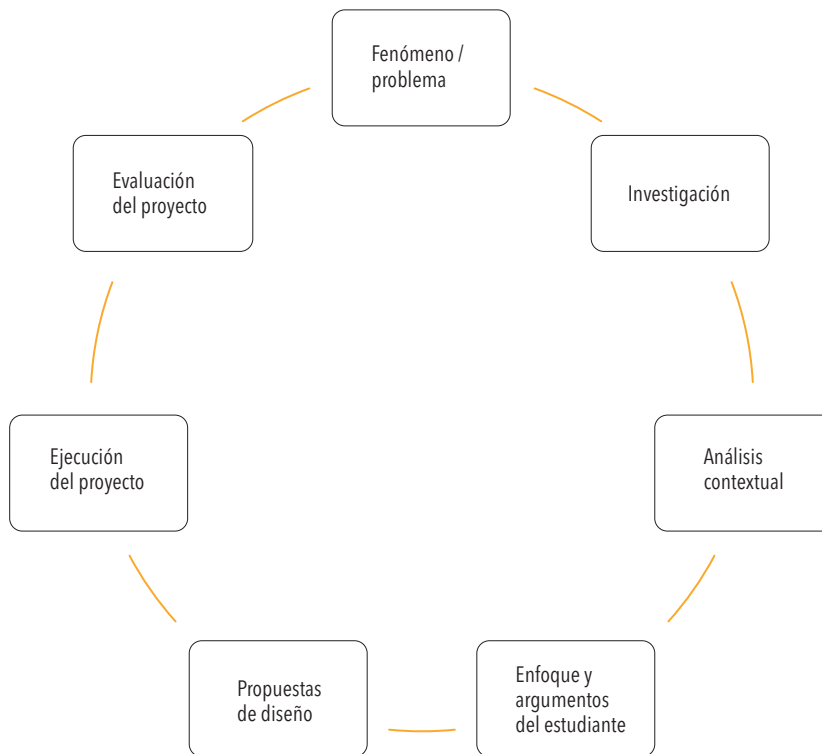
Por ello, la fórmula, en una ecuación pragmática, no se convierte en variables estrictas para forzar a la interpretación de la arquitectura ecológica, sino que se requiere de sustentos dialógicos para obtener este concepto como eje rector en el diseño. Esto ayuda a robustecer los principios que esta visión ejerce en el aprendizaje de los estudiantes de arquitectura.

Por lo tanto, en el aula se plantea un Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP o PBL, *Project-based learning*), que es una metodología que está centrada en el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje. Aquí, los conocimientos tienen la misma importancia que la adquisición de habilidades y actitudes (Delibera, 2015); además, es aquí donde se construye un esquema ideal para la inserción de la arquitectura circular en los proyectos estudiantiles.

El primer punto es mantener a un lado el proceso de diseño lineal y reconocer, en la economía circular, que el proceso de diseño también es cíclico y que su estructura sucesiva periódica se enfoca en la solución de estos procesos en el aula. La evaluación de dicho proyecto se adquiere al terminar el planteamiento del problema, tal como se muestra en la siguiente Ilustración.

Figura 1

Proceso cíclico del estudiante en un Aprendizaje Basado en Proyectos



Nota. Elaborado por los autores, 2023.

El modelo gráfico presentado muestra una retribución cíclica como primera aportación de la economía circular en el aprendizaje, lo que evita la linealidad. Sin embargo, también se reconoce que existen modelos dentro de modelos; por ejemplo, se podría mencionar a la Teoría General de Sistemas. En este modelo gráfico, se hace énfasis en el enfoque y argumentación que el estudiante debe presentar para producir una propuesta arquitectónica en el diseño que fortalezca la visión de la arquitectura circular como fundamento del diseño para la mitigación de la huella ecológica.

El enfoque, o perspectiva, en el modelo circular es un punto de vista o teorización en el que el estudiante argumenta las propuestas de diseño arquitectónico según el problema planteado. Para el objetivo de este trabajo, se coloca a la arquitectura

circular como un punto medular en el proceso de aprendizaje del estudiante y la resolución del proyecto. El enfoque es tan importante, que lo que se quiere en el estudiante es evitar que se replique el concepto de arquitectura circular de manera pura en la propuesta; se quiere que, ante el panorama de este concepto, el estudiante indague, cuestione y presente otras alternativas que emanen del primer concepto, para que ayude a robustecerlo, mientras explora otros subconceptos o disciplinas que benefician y abonan a fortalecer el principio de diseño. También, podría alcanzarse la construcción de un nuevo concepto, al hibridar dos o más términos con el mismo objetivo.

Ante este planteamiento, se cuestiona, por ejemplo, si es que lo sustentable, si lleva más de veinte años en proyectos, puede ser un argumento

innato en las propuestas estudiantiles. Para ponerlo en formato de pregunta: ¿la arquitectura circular ha llegado a un punto crítico, donde no se puede transformar su tendencia de aplicación? De ser así, habría que reflexionar si es una tendencia perfectible que no debería convertirse en estéril o ineficaz, sin camino a la evolución heurística. Por ello, la verdadera cuestión es proponer que, dentro del modelo de diseño, el eslabón de la arquitectura circular se proyecte con conceptos que potencialicen esta perspectiva para ser aplicada en el aula.

Esta propuesta radica en blindar a la arquitectura circular mediante disciplinas afines que coadyuven o articulen perspectivas híbridas en el diseño arquitectónico, lo que permite generar conceptos apropiados a la enseñanza contemporánea de la academia. El cuestionamiento principal tiene que ver con un modelo que permita detectar las faltantes en la fórmula axiomática de la arquitectura circular. Se debe poder colocarlo en un constructo que beneficie los principios en el diseño arquitectónico circular, como en su momento fue sustentada en la economía circular.

Una propuesta táctica en la que se enfoca este trabajo es la biofilia, retomado de la biología. Su definición es: "El amor o afición por el medio ambiente. Es la unión del ser humano con la naturaleza y con otras formas de vida. Esto incluye la apreciación de las plantas y los animales" (Sáenz, 2021, párr. 2). En arquitectura, este concepto se manifiesta al incorporar elementos como agua, plantas y luz natural; aquí, se enfatizan las conexiones visuales, los estímulos sensoriales referentes a la naturaleza, temperatura, flujo de agua, apertura a espacios abiertos, siluetas y patrones, juego de luces y sombras, entre otros.

Entender la biofilia es un atractivo que se adecúa a conservar el medio ambiente mediante la reducción del impacto de la arquitectura en el entorno. Para ello, se han elaborado estudios en los que se menciona que los edificios contienen el *sick building syndrome*, donde se enferma a los habitantes mediante inadecuadas ventilaciones, contaminantes biológicos, radiaciones electromag-

néticas y factores psicológicos que son parte de los peligros ambientales. Su mitigación puede obtenerse a través de materiales naturales que pueden colocar al hombre cerca de la naturaleza, mediante ciclos de vida que minimizan el procesamiento industrial. Esto reduce la contaminación del transporte y restablece al hombre con su entorno. Se ve a esta perspectiva como una forma más saludable de diseñar y da, como retribución, una forma saludable del ambiente (Modi y Parmar, 2020).

La incorporación de elementos vegetativos también se ha demostrado que contribuye al bienestar de las personas. Se reducen los consumos energéticos y aumenta la productividad y la rentabilidad, dentro de los edificios, ya que el hombre está empezando a acostumbrarse a vivir en entornos con pocos espacios verdes. Por ello, la biofilia es una respuesta que hace referencia a una inclinación humana inherente a afiliarse a la naturaleza. Todo lo construido siempre ha sido una réplica al medio biológico en el que habitamos y es una respuesta para mitigar los daños que se generan en las construcciones (Modi y Parmar, 2020).

Lo importante, entonces, es destacar los principios de la biofilia. Estos son el compromiso con la naturaleza, el vínculo emocional, la responsabilidad con el entorno humano y natural y las soluciones integradas con la naturaleza. Este concepto de biofilia también aporta para una conciencia ambiental y una arquitectura sostenible, ante una crisis ambiental que engloba otros problemas como el cambio climático, el agotamiento de la capa de ozono y la pérdida de biodiversidad (Zhong, Schröder y Bekkering, 2021).

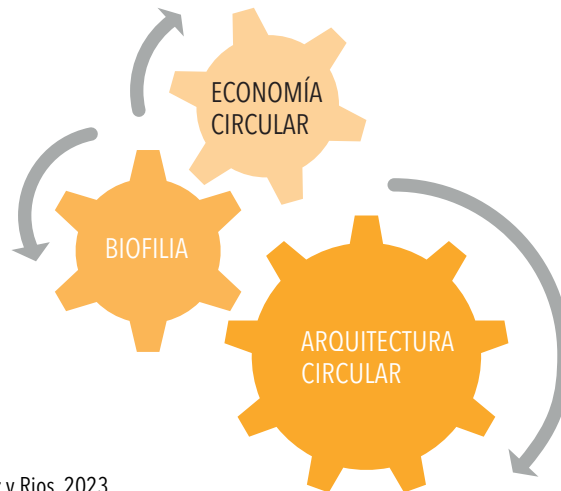
Con ello, la biofilia pasó de ser una teoría a formar parte del diseño biofílico, donde la arquitectura ya no es esencial en la naturaleza, sino que la naturaleza se inserta en el edificio al dotarlo de un ecosistema ecológico (Ulrich, 1993). Su diseño explica la manera en que pueden construirse de mejor manera las edificaciones frente a otras, con respecto a la naturaleza (Berkebile, 2008). Con ello, la arquitectura biofílica contribuye a la sostenibilidad, al superar la falta de naturaleza y al gestionar eficazmente los recursos naturales (Kayihan, 2018).

Dicho lo anterior, se incorpora al modelo de arquitectura circular el vínculo entre economía circular y la biofilia, lo que permite soportar no solo el argumento de impacto ecológico cíclico, sino el impacto estético en el proyecto de arquitectura. Así,

se emula un modelo de pensamiento o enfoque hacia la arquitectura circular, para fortalecer sus principios en términos de diseño y a través de un diálogo disciplinar aplicado a los proyectos de diseño.

Figura 2

Engranaje de Economía Circular y Biofilia para la arquitectura circular



Nota. Elaborado por Sánchez y Rios, 2023.

Metodología

Dentro del modelo de diseño, el apartado de argumentos y enfoque del estudiante se vuelve un micromodelo que se puede analizar y sustenta los principios en las propuestas de diseño. Se forman modelos dentro de los modelos, lo que permite una optimización de la ecuación y proyecta el camino del estudiante.

Este micromodelo representa que la propuesta de un estudiante debe valorarse en tres etapas elementales que favorecen la argumentación para poder valorar su aprendizaje a través de la evaluación del argumento. Estas tres etapas son: diálogo disciplinar, conceptos en el boceto y propuesta final. Se las representa en el siguiente esquema:

Figura 3

Micromodelo de evaluación del aprendizaje



Nota. Elaborado por los autores, 2023.

Para la generación de una propuesta de enseñanza, primero se indagan, por parte del estudiante, los elementos conceptuales que fungan como anclaje para la elaboración de un constructo que pueda ser aplicado en el diseño. Sus principios

deben fomentar una perspectiva derivada del diálogo disciplinar aplicados a la arquitectura circular como eje rector del proyecto, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

Figura 4
Construcción de la arquitectura circular a través de la economía circular y la biofilia

ARQUITECTURA CIRCULAR	ECONOMÍA CIRCULAR	BIOFILIA
Reducción de residuos	Materias primas de residuos	Continuidad espacial
Disminución del impacto de la construcción	Innovación producción y revalorización	Materiales y texturas naturales
Utilización de materias primas	Distribución consumo y reutilización	Iluminación y ventilación
Promoción de rehabilitación	Reciclado	Bienestar y rendimiento humano.
Reducción de gasto energético		
Flexibilidad		
Desmontaje		

Nota. Elaborado por los autores, 2023.

Una vez que están establecidas las posibles relaciones entre conceptos, se procede a generar el boceto esquemático de los elementos que sustentan un diseño, lo que incluye elementos biofílicos y materiales que estructuran una economía circular. Esto permite esquematizar la complejidad de elementos que deben aplicarse en los proyectos arquitectónicos y que abonen a proyectos de arquitectura circular.

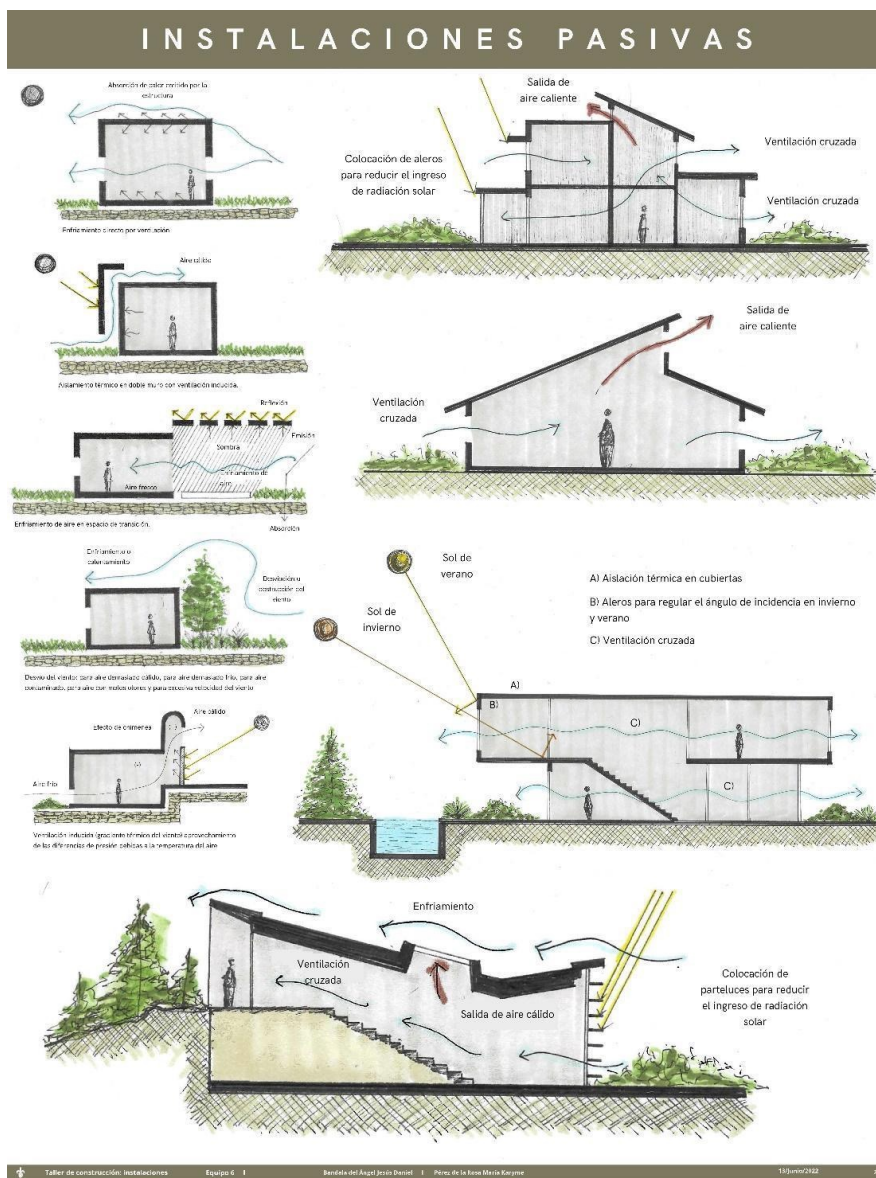
Si bien la biofilia y la arquitectura circular por sí solos son principios de diseño que capacitan al estudiante a interpretar y generar un edificio, la respuesta también se dirige hacia la aplicabilidad

de ellos en contextos culturales como en edificios de alta concentración poblacional. Estas edificaciones necesitan enmarcar recorridos y la separación de áreas como en centros comerciales, museos o centrales de transporte público. Así mismo, son conceptos que encaminan los contextos temporales como la contemporaneidad post-covid, cuya principal enseñanza es el diseño de espacios verdes y abiertos que dejen espacio a circulaciones y flujos de aire. Estos espacios, sobre todo, se adecúan a preceptos de estética, composición, ambientación e identidad de espacios arquitectónicos de diferente índole.

En este trabajo, la aplicación de una bioarquitectura se presenta en una interpretación gráfica que evidencia el anclaje no sólo de elementos naturales, sino de la propia composición formal, o morfogénesis. Esta se convierte en un esquema de aprendizaje-representación para entender la reducción de

consumos innecesarios en instalaciones mecánicas que impactan en la huella ecológica. Con ello, se esquematiza la apreciación del estudiante para mantener instalaciones pasivas que contribuyan al bajo consumo, mediante la manipulación de la forma, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

Figura 5
Corte esquemático de la aplicación de conceptos biofílicos en el boceto.



Nota. Tomado de Bandala y Pérez, 2022.

El proceso de bocetaje que se implementa en el micromodelo empieza a dotar de herramientas al estudiante. Estas herramientas detonan la parte gráfica en la aplicación de conceptos de economía circular y de la biofilia, lo que remarca los principios del proyecto en la solución del problema. En su conjunto, estas fortalecen la arquitectura circular y, con ello, el estudiante se centra en esta estrategia didáctica de previsualizar su proyecto con una serie de conceptos aplicados al proyecto.

En este proceso, se empiezan a construir los supuestos mentales de los recursos que se aplican en cada parte del proyecto, para que su impacto socioeconómico se adecúe directamente al contexto local. Por ejemplo, se podría mencionar un proyecto de plaza comercial que se localiza en la zona montañosa de Xalapa-Veracruz. En esta zona, la vegetación abunda y las condiciones solares favorecen la utilización de instalaciones pasivas en la morfología del proyecto, en el confort térmico y la iluminación requerida para la mitigación del uso excesivo de energía no renovable. Por otro lado, también debe analizarse el uso de materiales de la región, como la madera y el bambú, que también forman parte de la estética formal del proyecto.

Finalmente, con ello, los estudiantes tienen la didáctica para argumentar y sustentar de manera gráfica y escrita los elementos de conformación de un proyecto de arquitectura circular. En este caso, fue una plaza comercial, donde los elementos como el bambú se vuelven importantes al ser materiales tradicionales autóctonos y endémicos. Esto reduce el impacto basado en un contexto biofílico.

El entrelazamiento de estos conceptos ayuda al estudiante para aplicar terminología fuera de la arquitectura, pero que se adhiere a ella e incluso permite mantener el diálogo disciplinar para sintetizar sus propuestas en términos de una bioarquitectura circular, como una construcción conceptual del proceso que se ha suministrado. Con ello, el estudiante no solo grafica una propuesta, sino que es imperante que construya el discurso sobre la génesis del proyecto basado en su argumentación. Esa argumentación debe traducir el bagaje de su investigación para mostrar el vocabulario y la expresión propia del autor; así mismo, debe abrir el panorama de una evaluación basada en su justificación, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

Figura 6

Argumentación de ideación gráfica bajo propuestas que construyan la arquitectura circular



Nota. Tomado de Bandala y Pérez, 2022.

En la siguiente etapa, se construye la propuesta final, donde se evidencian elementos naturales del entorno, los materiales que se ocupan para minimizar el impacto ecológico como el bambú y

la composición de los jardines exteriores. Lo que se propone en la didáctica es, precisamente, la integración de los conceptos del diálogo disciplinar que robustezcan el modelo de arquitectura circular.

Figura 7
Presentación final del proyecto de arquitectura circular



Nota. Tomado de Bandala y Pérez, 2022.

Por último, se evalúa el proyecto final. Ahí, se presenta la cantidad de elementos biofílicos naturales y de materiales que se adecúan a la minimización del impacto ecológico evaluado en el funcionamiento interior como el consumo de energía, el costo de transporte, fabricación y colocación, la cantidad de elementos perennes y los que necesitan ser reemplazados y su posible uso ante el fin de una vida útil, así como la posibilidad de reintegrar a la naturaleza al edificio, mediante los núcleos de áreas verdes. Esto no solo impacta en la huella, sino en la visión del usuario de una inserción directa a la naturaleza. Esta visión es expresada en términos de una bioarquitectura circular.

Resultados

La evaluación de este microproceso no radica, entonces, en el nivel de presentación, sino en la comprensión de elementos naturales que se integran y colocan en el proceso de diseño de un proyecto arquitectónico. En él, se presupone el comportamiento a mediano y largo plazo de los materiales y la aplicación dentro del edificio, ayudado por otras disciplinas afines como la biología. Esto permite argumentar, de manera adecuada, la factibilidad del diseño.

Figura 8

Presentación del interiorismo



Nota. Tomado de Hernández y Ortíz, 2022.

Para concluir este procedimiento, se rescata que, dentro del proceso de resolución del proyecto arquitectónico, una de las etapas, que es la argumentación, funge como un catalizador para re-

flexionar sobre uno de los tantos microprocesos que el estudiante hace para implementar la arquitectura circular en la solución del problema. Además, ayudó a proponer un constructo conceptual para integrar

más de un concepto, como lo fue la bioarquitectura circular, presentada en términos de biofilia, arquitectura circular y economía circular.

La etapa de argumentación, para este caso, tiene un micromodelo que se basa en el diálogo disciplinar, al interactuar con la biofilia para obtener conceptos de la naturaleza y aplicarlos al siguiente proceso de bocetaje. Finalmente, esto permite obtener una propuesta que englobe la discusión del estudiante, por lo que la valoración del proyecto final debe estar sustentado, justificado, argumentado multidisciplinariamente para. Así, se construye una tendencia hacia la bioarquitectura circular.

Se demuestra, como resultado, que el diseño arquitectónico puede dialogar con la biofilia para abonar a la arquitectura circular, lo que prueba que no solo es insertar el proyecto a la naturaleza sino la naturaleza al proyecto, para volverlo sostenible. Para

ello, se consigue un diseño que integre ambientes, materiales, ecosistemas, entre otros, que disminuyen el impacto al entorno. Esto consolida una arquitectura sostenible desde la propuesta de diseño.

Con ello, se cierra la etapa de argumentación. Pero, ante el cuestionamiento de cómo evaluar la interacción disciplinar en una arquitectura circular, se debe evidenciar que, en el modelo circular presentado, los argumentos deben ser valorados en la presentación final, en términos de costos para la producción, transportación y colocación, reducción de materiales industrializados, reducción y eficiencia energética ante el confort de temperatura e iluminación adecuada y morfología estructurada, integración a la naturaleza y su mínimo impacto al contexto socioeconómico de la región. Sin embargo, el ejercicio permitió robustecer una de las diversas etapas en la producción de un proyecto arquitectónico.

Conclusiones

Hablar de la arquitectura circular no debería ser una tendencia única en la enseñanza del taller de proyectos de arquitectura, ya que proviene de tendencias como la arquitectura sustentable, ecoarquitectura, arquitectura verde, entre otros. Realmente, se trata de un principio innato que debe poseer el estudiante de arquitectura. La propia arquitectura circular es una innovación que parte de la economía circular en un movimiento cíclico del uso de materiales, pero es este mismo movimiento el que debe permear en la didáctica de aprendizaje del estudiante.

La arquitectura circular, como respuesta de la forma de diseñar del estudiante, es un argumento válido e incluso se capitaliza en reformular el movimiento cíclico. Es una nueva manera de atender un problema arquitectónico que requiere la aplicación de un modelo por etapas, donde el estudiante sigue paso a paso la forma de presentar un proyecto.

El verdadero éxito, en este artículo y en algunos otros modelos didácticos, está en robustecer el modelo ya planteado en el aula. Una manera de acrecentarlo es visualizar cada etapa como la suma de varias microetapas; es decir, cada paso puede tener una serie de micropasos que hacen un constructo para defender y aplicar la solución arquitectónica.

Para este proyecto, se hizo hincapié en colocar mayor firmeza o hacer más densa la etapa de argumentación del proyecto arquitectónico, donde la riqueza argumentativa del proyecto recae en el diálogo disciplinar. En otras palabras, la riqueza argumentativa recae donde el estudiante conversó con otras disciplinas y planteó otros conceptos que ayudaron a reforzar el principio de arquitectura circular.

El objetivo se logra cuando se visualiza que cada etapa del modelo cíclico se puede robustecer y permite ir incrementando las posibilidades en que la didáctica retoma un papel importante para dotar al estudiante de herramientas para plantear una solución arquitectónica adecuada al problema enunciado.

Por ende, el concepto de reformular impacta en que la didáctica de enseñanza puede acrecentar fórmulas o maneras de atender el proyecto arquitectónico. Además, el estudiante visualiza la complejidad de redes, de interacciones o de entrelazamiento de conceptos que abundan en la defensa del proyecto; también, en el caso de la biofilia, potencia, como rama afín, a la naturaleza. Hay elementos que hacen que la arquitectura circular funcione a través de instalaciones pasivas, elementos morfológicos y ambientes semicontrolados con materiales de la región e, incluso, permite la integración de la naturaleza dentro del edificio.

Este aspecto forma una parte importante del entrelazar la arquitectura con el contexto natural. Los aspectos de impacto se pueden medir en la minimización del ahorro energético en aires acondicionados, el bajo costo de materiales, al ser propios de la región, y su colocación. Sobre todo, se puede medir en la recreación de ambientaciones naturales de la región, como una reposición escénica y espacial de lo que el hombre ha quitado para aumentar la huella ecológica. Esto no significa un retroceso del diseño, sino un proceso de dialogar con el proyecto y la naturaleza, para mostrar una bio-arquitectura circular.

Ante esto, se reconoce que la arquitectura carece de incrustaciones disciplinares, por la misma formación. Sin embargo, los diálogos incrementan el uso de la arquitectura circular y estos modelos didácticos son los que se manifiestan en el aula. El rol y el papel más importante recae en el estudiante, al poder concentrar, analizar, sintetizar y aplicar los conceptos bases para la resolución del proyecto.

Por tal motivo, la construcción de un modelo de aprendizaje no es único. Ante la ciclicidad del modelo base, se pueden ir generando y construyendo distintos constructos en cada etapa, que favorezcan la didáctica de la enseñanza de proyectos basados en la arquitectura circular y que incrementen el potencial que este concepto tiene. Incluso, se pueden construir nuevas visiones y perspectivas que emanen de este tipo de proyectos, como una tendencia hacia la bioarquitectura circular o arquitectura biofílica circular. Esto permite promover tendencias en la forma de resolver proyectos integrados a la naturaleza con la menor cantidad de impactos ecológicos y socioeconómicos adecuados al contexto local.

Referencias

- ACENTOR (19 de mayo de 2021). Arquitectura ecológica: ¿qué es? 3 ejemplos. *Acentor*. <https://aq-acentor.com/arquitectura-ecologica-que-es-3-ejemplos/#:~:text=La%20arquitectura%20ecol%C3%B3gica%2C%20tambi%C3%A9n%20conocida,comparaci%C3%B3n%20con%20la%20arquitectura%20tradicional>.
- Acerobsv (2020). Arquitectura verde. *Acerobsv*. <https://acerobsv.com/blog/arquitectura-verde.html>
- Asociación Española para la Calidad, AEC (2019). Arquitectura Sostenible. *Asociación Española para la Calidad*. <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/arquitectura-sostenible>
- Berkebile, B. (2008). Design, Reflections on implementing biophilic. En B. Berkebile, B. Fox, & A. Hartley (eds.), *Biophilic Design: the Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life*, Wiley (p. 347-356).
- CMYK Arquitectos. (1 de Septiembre de 2022). Arquitectura Circular: Importancia y Beneficios. *CMYK Arquitectos*. <https://cmyk-arq.es/arquitectura-circular-importancia-beneficios/>
- European Building Summit, EBS. (2023). La construcción tiene una responsabilidad ante el planeta. *European Building Summit*. <https://europeanbuildingsummit.com/construccion-responsable/>
- Kayihan, K. S. (2018). *Examination of biophilia phenomenon in the context of sustainable architecture*. Lect. Notes Civ. Eng., 80-101.

- Modi, K., y Parmar, S. (2020). Understanding Biophilia and its integration with Architecture. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 11(5). https://www.researchgate.net/profile/Sangram-sinh-Parmar-2/publication/343190808_Understanding_Biophilia_and_its_integration_with_Architecture/links/5f1b106a92851cd5fa42a12b/Understanding-Biophilia-and-its-integration-with-Architecture.pdf
- Pacto Mundial. (2019). ODS 12 Producción y consumo responsables. *Pacto Mundial Red Española*. <https://www.pactomundial.org/ods/12-produccion-y-consumo-responsables/#:~:text=El%20ODS%2012%20pretende%20cambiar,disminuir%20la%20generaci%C3%B3n%20de%20desechos>.
- Parlamento Europeo. (24 de mayo de 2023). Economía circular: definición, importancia y beneficios. *Noticias Parlamento Europeo*. <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201ST005603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>
- Sáenz, P. (2021). Biofilia en la arquitectura y el diseño. *MexicoDesign*. <https://mexicodesign.com/biophilia-en-la-arquitectura-y-el-diseno/>
- Sánchez, J. A., y Rios, E. V. (2023). Hacia una fenomenología digital; El reto de la dialogía entre la experiencia y la virtualidad como proceso disruptivo de aprendizaje. *Revista RUA*, 15(4), 56-62.
- Sánchez, A. (2022). Arquitectura Circular: La Reutilización de Sistemas. *Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid* (Trabajo de fin de grado). https://oa.upm.es/70852/1/TFG_Junio22_S%C3%A1nchez_Mena_Andrea.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Semarnat. (22 de noviembre de 2017). ¿Qué es la huella ecológica? *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/que-es-la-huella-ecologica?idiom=es>
- Torneo Delibera. (2015). Aprendizaje Basado en Proyectos-Torneo Delibera. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/55744/1/Aprendizaje%20basado%20en%20proyectos.pdf>
- Ulrich, R. S. (1993). Biophilia, biophobia, and natural landscapes. En S. R. Kellert, & E. O. Wilson (eds.), *The Biophilia Hypothesis*, Island Press (págs. 77-137).
- Zhong, W., Schröder, T., y Bekkering, J. (2022). Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research*, 11(1), 114-141.