

<https://doi.org/10.23913/ride.v15i30.2274>

*Artículos científicos*

## **Arquitectura sustentable y su obligatoriedad en la enseñanza y construcción de la arquitectura, caso Universidad de Sonora**

***Sustainable architecture and its obligatory nature in the teaching and construction of architecture, Sonora University case***

***Arquitetura sustentável e sua obrigatoria no ensino e na construção da arquitetura, caso da Universidade de Sonora***

**Navarro-Velázquez Miguel**

Universidad de Sonora, Escuela de Arquitectura, México

[arqmnavarro@hotmail.com](mailto:arqmnavarro@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-0861-0586>

### **Resumen**

En este trabajo se analiza cómo la arquitectura ha contribuido a la contaminación mundial y ha ocasionado múltiples problemas de salud para las diversas especies que habitan este planeta. Se utilizó el método empírico-experimental para validar la investigación y propuesta, apoyado en el paradigma empírico-analítico y empleando fundamentos hermenéuticos, observación, interpretación y etnometodología. Esto permitió estudiar, analizar y concluir la importancia de una propuesta que compromete a autoridades políticas, universitarias, departamentales, arquitectos y demás personas relacionadas con la práctica arquitectónica para resolver este grave problema.

**Palabras Clave:** Arquitectura sostenible; enseñanza de la arquitectura; obligatoriedad de la arquitectura sostenible; contaminación; criterios constructivos.

## Abstract

This study analyzes how architecture has contributed to global pollution and has caused multiple health problems for the various species inhabiting this planet. The empirical-experimental method was used to validate the research and proposal, supported by the empirical-analytical paradigm, employing hermeneutical foundations, observation, interpretation, and ethnomethodology. This approach enabled the study, analysis, and conclusion of the importance of a proposal that involves political, academic, and departmental authorities, architects, and others involved in architectural work to address this serious issue.

**Keywords:** Sustainable architecture; teaching architecture; mandatory adoption of sustainable architecture; pollution; construction criteria.

## Resumo

Este artigo analisa como a arquitetura contribuiu para a poluição global e causou diversos problemas de saúde para as diversas espécies que habitam este planeta. Para validar a pesquisa e a proposta, utilizou-se o método empírico-experimental, apoiado no paradigma empírico-analítico e empregando fundamentos hermenêuticos, observação, interpretação e etnometodologia. Isso nos permitiu estudar, analisar e concluir a importância de uma proposta que envolva autoridades políticas, universitárias e departamentais, arquitetos e outras pessoas relacionadas à prática arquitetônica para resolver este grave problema.

**Palavras-chave:** Arquitetura sustentável; ensino de arquitetura; arquitetura sustentável obrigatória; poluição; critérios construtivos.

**Fecha Recepción:** Agosto 2024

**Fecha Aceptación:** Enero 2025

---

## Introducción

La arquitectura sustentable se basa en el desarrollo de proyectos constructivos que respeten el medio ambiente y promuevan el bienestar humano, minimizando impactos negativos sobre la naturaleza. Este enfoque resulta fundamental desde la concepción misma del proyecto arquitectónico, dado que el sector de la construcción es uno de los mayores responsables de la contaminación ambiental global, contribuyendo al cambio climático, la polución atmosférica y la degradación de los recursos naturales.

La arquitectura bioambiental surge como una respuesta a esta problemática, planteando la necesidad de replantear las prácticas constructivas mediante el uso de materiales sostenibles, procesos eficientes y estrategias adaptadas al entorno local. Sin embargo, a pesar del crecimiento de las ciudades, las soluciones habitacionales actuales no han logrado reducir significativamente las carencias de vivienda, ni siquiera en los países desarrollados.

Este no es un asunto de elección ideológica o estética, sino una necesidad urgente. La sostenibilidad debe ser un principio rector en la enseñanza y práctica de la arquitectura, con el fin de sensibilizar a la sociedad sobre su importancia. Como señala Vera Solana (2018), las emisiones atmosféricas, los residuos y la contaminación acústica generados por la industria de la construcción representan riesgos graves para el planeta. A pesar de los esfuerzos legislativos y educativos, estas iniciativas suelen ser opcionales, limitando su impacto real.

El término "desarrollo sustentable" fue acuñado por la ONU en 1987, y en 1998 México adoptó normas específicas para la arquitectura verde. Sin embargo, estas regulaciones son voluntarias, lo que limita su efectividad. En este contexto, proponemos que la sostenibilidad deje de ser una opción y se convierta en un requisito obligatorio tanto en la formación académica como en la práctica profesional, con el apoyo de las instituciones gubernamentales y académicas.

Finalmente, es necesario que los arquitectos y estudiantes de arquitectura asuman su responsabilidad en la creación de soluciones sostenibles. Esto implica desarrollar criterios arquitectónicos que utilicen materiales regionales, rescaten técnicas tradicionales y promuevan estrategias adaptadas al entorno, basándose en metodologías sostenibles y bioclimáticas. La tarea no solo es rediseñar cómo construimos, sino también replantear nuestra relación con el medio ambiente para garantizar un futuro más sostenible.

Denominamos arquitectura verde, sustentable, sostenible, ecológica y bioclimática a las construcciones que buscan reducir el impacto ambiental, desde su concepción hasta su terminación y mantenimiento.

En la actualidad estamos viviendo los estragos del cambio climático en el mundo, y para combatirlo Primero, debemos ser conscientes del problema para analizarlo y desarrollar métodos e ideologías que ayuden a combatirlo. La Arquitectura Sustentable no es una nueva tendencia, sino una necesidad, dada la crisis de sustentabilidad que estamos transitando, para fines prácticos utilizaremos las palabras, sustentable y/o verde con el mismo significado. El

desafío es que verdaderamente se produzca un cambio en la acción. La arquitectura debe incluir la sustentabilidad ya que en algún momento la extravió, encontrarla es la tarea. (Zambrano et al., 2020, pp. 751-779), la arquitecta Beatriz Garzón dice que, si partimos de la premisa de que la arquitectura es un trabajo social, se deberá enfatizar el bio-climatismo, porque va dirigido al confort higrotérmico de las personas, (2021, p.15) y como ella, muchos otros investigadores preocupados por la grave contaminación mundial nos alertan del grave problema. La arquitectura y la industria de la construcción, son los causantes de una gran parte de esta contaminación mundial por los materiales que utiliza, los recursos naturales que requiere, y los procesos de elaboración y traslado necesarios para la construcción y mantenimiento de las obras, debemos replantear la forma en que se procesan, fabrican y distribuyen los insumos para esta industria, al mismo tiempo analizar los estragos ecológicos que causan, tanto en sus procesos como en la obtención y distribución de los materiales e insumos obtenidos, sumado a la falta de sensibilidad de los arquitectos y las autoridades encargadas de aprobar dichos proyectos y esto es un problema muy grave, debemos concientizarnos, concientizar a los nuevos arquitectos, a los profesores, a los estudiantes de arquitectura, las autoridades universitarias, municipales y federales de nuestra realidad, que nosotros somos parte del problema, pero también por obligación y ética debemos ser parte de la solución.

Es por lo que los estudiantes, los maestros, las autoridades y los arquitectos deberemos desarrollar criterios arquitectónicos pensando en el lugar donde serán edificados, pensando en utilizar materiales regionales que sean adecuados a la zona, y cuidar y verificar los procesos de elaboración, los traslados, los sistemas constructivos, y las estrategias de diseño adecuadas a cada lugar y proyecto, con base en una metodología sustentable, sostenible y verde. Replantear y rescatar las técnicas y materiales usados en la arquitectura vernácula.

### **Marco Histórico**

La arquitectura sostenible no es un concepto reciente; las civilizaciones antiguas ya incorporaban prácticas para proteger los recursos naturales y convivir en armonía con el entorno. Aún hoy, comunidades indígenas y tribus aisladas practican un respeto intrínseco por su medio ambiente, del cual dependen para su sustento.

El término "arquitectura sostenible" deriva del concepto de "desarrollo sostenible", introducido por Gro Brundtland en 1987 a través del informe de la Comisión Mundial del

Medio Ambiente y Desarrollo. Este concepto busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones. En 1992, durante la Cumbre de la Tierra, este compromiso se reforzó significativamente.

A lo largo del tiempo, se han impulsado principios de sostenibilidad en la arquitectura mediante estudios sobre la durabilidad de materiales, energías renovables y sistemas constructivos innovadores. Sin embargo, los avances han sido limitados debido a intereses económicos y falta de implementación efectiva en la industria de la construcción.

La arquitectura vernácula, que emplea materiales y técnicas locales, ofrece un modelo histórico de respeto ambiental. Durante la Edad Media, se construía respetando el entorno y la orientación natural. Sin embargo, la Revolución Industrial introdujo cambios significativos: aunque permitió la producción en masa y el transporte de materiales a grandes distancias, también propició la deforestación y la contaminación.

A mediados del siglo XX, surgió un renovado interés por la arquitectura sostenible, gracias a avances tecnológicos como la nanotecnología, que ha desarrollado materiales innovadores con menor impacto ambiental. Sin embargo, la verdadera implementación global de estas prácticas sigue siendo un desafío.

### **Objetivo**

El objetivo de esta investigación es sensibilizar a arquitectos, constructores, autoridades y, especialmente, a las universidades sobre la urgencia de adoptar prácticas constructivas sostenibles. Es imperativo cerrar el ciclo de construcción tradicional y abrir un nuevo paradigma que priorice la sostenibilidad para garantizar la preservación de nuestro planeta.

### **Metodología**

Se utilizó el método de observación directa, como destaca Riera R. et al., 2016, p. 92, quien señala que este enfoque permite analizar procesos en tiempo real, identificando tanto sus fuentes como sus implicaciones. Este método se complementó con un enfoque creativo, esencial en la solución de problemas complejos, como se aborda en *La creatividad en la formación del arquitecto: el proceso creativo y las neurociencias* (Navarro, 2018, p. 25).

El análisis incluyó:

1. Verificación de datos y sus causas.
2. Revisión de procesos creativos en diseño, selección de materiales y estrategias sostenibles.
3. Evaluación de prácticas actuales en universidades, autoridades reguladoras y el sector privado.

Hallazgos principales:

- Existe un conocimiento generalizado sobre los problemas causados por la construcción, pero no se toman suficientes acciones correctivas.
- Las normativas actuales exigen medidas mínimas, como áreas verdes y ventilación, que frecuentemente se incumplen o son mal implementadas.
- Es urgente priorizar el uso de materiales locales, recolectar y reutilizar aguas pluviales, y diseñar estrategias de construcción adaptadas a las condiciones climáticas extremas, como las de Sonora.

La observación directa nos indica que, si bien se tiene conocimiento del problema que causa la industria de la construcción, tanto por los arquitectos constructores, las autoridades responsables de las construcciones y la aprobación de proyectos, las Universidades donde se prepara a los nuevos arquitectos, como alguna parte de la sociedad que requiere y contrata los servicios de un arquitecto, en términos generales tienen conocimiento de este problema, pero no están tomando acciones para corregirlo. Los arquitectos realizan los proyectos pensando en cumplir con los reglamentos para que sean aprobados, y si se contempla, se exige el dejar espacios de determinada dimensión que estén ventilados e iluminados, que respeten medidas mínimas, que respeten un porcentaje del terreno para áreas verdes, que en la mayoría de los casos terminan con una losa de concreto o cemento en lugar de ser áreas verdes, y ahí es donde una exigencia pierde el sentido. Por eso, la insistencia en que debemos primero estar conscientes del problema y que deberemos, los arquitectos, proponer materiales y sistemas constructivos adecuados al lugar de la construcción, la recuperación de aguas pluviales y jabonosas debiera ser otra norma que cumplir como obligatoria. Investigar y analizar con qué recursos contamos, para optimizarlos, verificar distancias de traslados, desde el lugar de elaboración y fabricación, para su entrega en obra. Las estrategias de diseño son fundamentales, la orientación adecuada, el proyecto en sí, el sistema constructivo propuesto, son fundamentales para que nuestro trabajo profesional y la industria de la construcción, se reivindique y deje de contaminar y, por el contrario, ayude a revertir los

estragos causados, convirtiendo nuestro trabajo en una oportunidad de reverdecer nuestro planeta.

Sonora es un estado con una gran extensión territorial, el 2º más grande en la República Mexicana, donde existen dos características que lo identifican: la falta de agua y el clima extremo, llegando a más de 50° en algunas ocasiones, por lo que, sabiendo esto, lo primero que se debiera hacer es cuidar el agua, recolectar y reutilizar toda el agua de lluvia y jabonosa, por medio de plantas tratadoras que nos permitan reutilizarla y para el clima extremo, utilizar y priorizar áreas verde, sembrar árboles que nos protejan del calor intenso, nos den sombra y confort, crear micro climas para obtener un mejor lugar donde vivir y sistemas constructivos, materiales y estrategias de diseño adecuados para solucionar estos dos graves problemas, debemos aprovechar las características del lugar para que, con creatividad propongamos soluciones reales y al alcance de todos.

En todos los procesos deberá tomarse en cuenta el no contaminar.

**Figura 1.** Procesos de contaminación en la obra

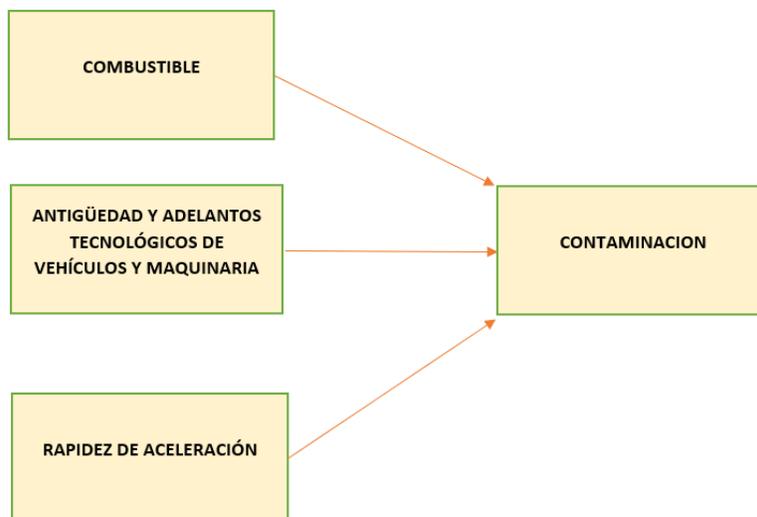


Fuente: Elaboración propia

El uso de la maquinaria y de los vehículos tanto para la producción de los materiales e insumos de la construcción como del transporte de estos, son factor importante que cuidar. Deberán elegirse aquellos equipos que cumplan con las normas establecidas, buscando siempre estén en óptimas condiciones de mantenimiento. Los deshechos es otro factor que cuidar, porque la basura debiera poder reciclarse y no ser un peligro para los seres humanos,

los animales, y el planeta mismo. En teoría se cumple o debiera cumplirse, pero desafortunadamente en la práctica no ocurre así, debido a diversos factores como el económico, intereses personales, políticos u de falta de preparación y concientización tanto de los obreros, los profesionistas, los industriales y las Universidades que no exigen a sus alumnos, profesores y a las autoridades involucradas que es una obligación y no una elección.

**Figura 2.** Contaminación por vehículos y maquinaria.



Fuente: Elaboración propia

La contaminación se ocasiona debido a varios factores que intervienen en el proceso de construir, uno de ellos es el polvo que produce la construcción, diseminando por el aire partículas sólidas, con posibilidad de transportar contaminantes de materia orgánica y metales, otra manera de contaminar es el ruido que se produce al construir, transportar y elaborar los diferentes insumos, creando una atmósfera contaminada acústicamente, el ruido causa un efecto psicológico y fisiológico en el cerebro que lo afectan.

La construcción produce contaminantes atmosféricos, partículas sólidas, orgánicos y sonoros durante el proceso de construcción, estos contaminantes son llamados directos o primarios y pueden transformarse, al contacto con la atmosfera, en contaminantes secundarios, y estos son dañinos para la salud, el ruido causa efectos negativos en la mente y en el cuerpo. Romero (2019, p. 5).

La maquinaria utilizada en la construcción, como son las retroexcavadoras, las escavadoras, martillos compactadores, vibradoras, asfaltadoras, marillos hidráulicos, ets, son causantes de diferentes tipos de contaminación, generan ruido, residuos particulados, emisiones atmosféricas, consumen energía, vibraciones, emisión de gases, que impactan de

forma negativa en el ecosistema, tanto en las personas como en el la flora y la fauna, ocasionan desplazamiento de especies afectan la salud, cambian las características del aire que respiramos, inhalación de gases, estrés y daños a terceros.

La OMS, en la United Nations Environmental Programme, del 2014, determinó que la contaminación en el aire puede provocar o empeorar el estado de salud de la población, como cáncer de pulmón, neumopatías, cardiopatías e infecciones respiratorias.

### **Revisión de Documentos**

Para la revisión de documentos, analizamos el plan de estudios de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Sonora, el Reglamento de Construcción Municipal, Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, Cuéntame INEGI, Actividades Económicas Secundarias: Construcción [Internet], Reglamento de Protección Civil del Ayuntamiento de Hermosillo.

### **Planes de Estudio de Arquitectura en la Universidad de Sonora**

El análisis del Plan de Estudios 2018 de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Sonora (UNISON), basado en competencias, revela que las asignaturas relacionadas con la sostenibilidad son limitadas. Existen tres materias optativas especializante que abordan parcialmente el tema: Análisis energético en arquitectura, Energías renovables en arquitectura y Temas selectos de energía y medio ambiente. Estas asignaturas, disponibles a partir del octavo semestre, cuentan con una duración de 4.5 horas semanales, pero su carácter opcional restringe su alcance.

En los talleres de arquitectura, considerados la columna vertebral del plan de estudios, no se contempla de manera explícita la arquitectura sostenible como propósito. Esta omisión plantea un desafío significativo: si las instituciones educativas no incorporan de manera integral estos principios, será difícil formar profesionales comprometidos con la sostenibilidad.

## Normativas y Regulaciones

La revisión de reglamentos municipales y estatales evidencia que, aunque se aplican ciertos criterios relacionados con la sostenibilidad, estos son insuficientes. Las normativas no abordan el problema de manera holística ni exigen prácticas arquitectónicas que mitiguen el impacto ambiental.

Por ejemplo, el Reglamento de Construcción Municipal incluye disposiciones sobre ventilación, iluminación y áreas verdes, pero estas son frecuentemente mal implementadas o ignoradas. Asimismo, la certificación de arquitectura verde en México es voluntaria, lo que limita su adopción generalizada.

## Problemas Detectados

La industria de la construcción genera un impacto ambiental significativo:

- Consumo de recursos: Representa más del 60% del consumo eléctrico global, el 35% de la energía primaria y el 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero (OMS, 2017).
- Desechos: Produce alrededor de 135 millones de toneladas de escombros anuales, de los cuales el 90% podría reciclarse, pero no se hace.

A nivel mundial, edificios sostenibles podrían reducir:

- 40% del consumo de agua.
- 30% del uso de energía y emisión de gases.
- 50% a 75% de los desechos generados por construcción y demolición (WGBC, 2022).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2009), la industria de la construcción es uno de los principales motores de la economía mexicana, pero, debido al gran impacto ambiental que genera se convierte en uno de los menos sostenibles en el mundo.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (29 feb 2024), mostró las Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992), reafirmando la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, aprobada en Estocolmo el 16 de junio de 1972, y tratando de basarse en ella, aquí mostramos los primeros tres principios:

1.- Los seres humanos tenemos el derecho a un mundo sin contaminación, el problema no es de hoy, ya lo hemos estado arrastrando y contribuyendo a hacerlo cada día peor, por eso, debemos ponerle un punto final.

2.- El 99.5 por ciento de la población de México está expuesta a niveles de contaminación del aire que representan riesgos para la salud humana, según el informe Perspectivas Económicas de América Latina 2022.7 nov 2022. De acuerdo con el Índice de Desempeño frente al Cambio Climático (CCPI por sus siglas en inglés) 2024, México ocupa el puesto 38 en el ranking, siete lugares debajo de lo que mostró en 2023 y se encuentra entre las naciones con bajo desempeño.

3.- La contaminación mata nueve millones de personas al año, el doble que el COVID-19 | Noticias ONU.16 feb 2022

La OMS alerta sobre el impacto de la contaminación atmosférica en la salud. Los datos de la organización muestran una cifra alarmante: el 99% de la población mundial respira aire insalubre. La entidad presentó un informe anual que destaca cómo la pandemia de COVID-19 ha frenado los avances en salud.19 mayo 2023 (POR REDACCIÓN NATIONAL GEOGRAPHIC, publicado 19 mayo 2023, 11:12 GMT-3).

### **Certificaciones Internacionales**

Las certificaciones internacionales más relevantes incluyen:

- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)
- WELL Building Standard
- Passivhaus
- BREEAM

Aunque estas certificaciones ofrecen un marco sólido para evaluar la sostenibilidad, no son obligatorias en México. Su implementación se limita a proyectos exclusivos, lo que refuerza la percepción de que la arquitectura sostenible es un lujo.

A nivel mundial existen otras, pero estas son las importantes, como se puede apreciar se cuentan con múltiples certificaciones, y que bueno que así sea, pero, lo reitero, no son obligatorias en México ni en el resto del planeta. En el día a día, la mayoría de las construcciones que se realizan, no cuentan con estas certificaciones, solo aquellas que pretenden ser amigables con nuestro planeta, y esto, nos llevó a investigar cuál es la razón, y encontramos que si bien, la falta de consciencia es una de ellas el otro es el factor económico. La construcción tradicional, es más económica, y muchos constructores y los mismos clientes, por esa razón la prefieren. Implementar, por ejemplo, un sistemas de reutilización de aguas pluviales, grises y negras requiere un costo adicional, al igual que la implementación

de energía solar y arquitectura inteligente, de momento es oneroso, y esto nos lleva a una arquitectura de élite, para los más privilegiados, los que pueden costear estas implementaciones necesarias dejando desprotegidos a la gran mayoría de la población, por lo tanto, además de implementar la obligatoriedad de la arquitectura verde, deberá incentivarse el construir como se debe construir, sin contaminar. Al hacerlo obligatorio, traerá como consecuencia la baja de los precios de estos productos y sistemas, por la cantidad que podrían venderse en este mercado. Las autoridades juegan un papel muy importante en esto, porque deberán, verificar y vigilar la observancia de estos nuevos requisitos.

Muy importante la elección de materiales, sistemas constructivos y la aplicación de los elementos pasivos en las estrategias de diseño y la construcción, no requiere necesariamente un costo extra y si se obtienen excelentes resultados.

Miceli, A. (2021). *Arquitectura sustentable*: Más que una tendencia, una necesidad (p. 25), nos dice que debemos reformular el rol del arquitecto, el acto creativo de la imagen perfecta al lugar sustentable y deberemos incluirlos en la enseñanza y en la práctica.

## Propuestas

### Educación:

Las escuelas de arquitectura deben incluir obligatoriamente la enseñanza de arquitectura sostenible.

Es necesario rediseñar los planes de estudio para priorizar prácticas no contaminantes.

Concientizar a los estudiantes en el problema, para que así ellos y sus futuras propuestas arquitectónicas sean parte de la solución.

### Normativas:

#### Propuestas para la Implementación de una Arquitectura Sostenible

Ante la crisis ambiental global y el impacto significativo de la industria de la construcción, es imprescindible adoptar una arquitectura sostenible que sea amigable con el medio ambiente y sus habitantes. Esto requiere cambios estructurales en la educación, normativas y prácticas arquitectónicas, como se detalla a continuación:

#### Educación y Formación

La enseñanza de arquitectura sostenible debe ser obligatoria en las universidades y escuelas de arquitectura, no opcional.

Los planes de estudio deben rediseñarse para incluir prácticas sostenibles en todas las etapas del diseño y la construcción.

Los colegios de arquitectos deben promover entre sus agremiados la importancia de la sostenibilidad, colaborando con autoridades para exigir su cumplimiento.

#### Normativas y Regulaciones

Los estados y municipios deben actualizar sus reglamentos para incluir medidas específicas que exijan construcciones sostenibles, como la reutilización de aguas pluviales y grises.

Las certificaciones de arquitectura verde deben ser obligatorias para todos los proyectos de construcción.

#### Prácticas Arquitectónicas

Priorizar el uso de materiales regionales y sistemas constructivos adecuados al entorno para reducir el impacto ambiental.

Implementar estrategias de diseño pasivas, como el aislamiento térmico y la orientación adecuada de las edificaciones.

Regular los medios de transporte de materiales y maquinaria para minimizar emisiones contaminantes.

Estas propuestas no solo promueven un cambio hacia una arquitectura responsable, sino que también buscan garantizar un futuro sostenible para las generaciones venideras.

**Tabla 1.** Encuesta realizada a los profesores de la carrera de Arquitectura de la Universidad de Sonora.

	PREGUNTAS	SI	NO
1	¿CREES QUE EL MUNDO ESTÁ SUFRIENDO UN EL CAMBIO CLIMÁTICO?		
2	¿LA CONSTRUCCIÓN INSIDE EN LA CONTAMINACIÓN		
3	¿ESTÁS CONSCIENTE QUE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN CONTIBUYE A CONTAMINAR EL PLANETA?		
4	¿COMO ARQUITECTO CONSTRUYES SUSTENTABLEMENTE?		
5	¿CREES QUE LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE NO ES UN OPCIÓN SINO UNA OBLIGACIÓN?		
6	¿COMO MAESTRO ENSEÑAS QUE LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE NO ES UN OPCIÓN SINO UNA OBLIGACIÓN?		
7	¿EL TRASLADO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CONTAMINA?		
8	¿LOS DESECHOS DE LA CONSTRUCCION CONTAMINAN?		
9	¿LA PRODUCCIÓN DE LOS INSUMOS DE LA CONSTRUCCIÓN CONTAMINA?		
10	¿DEBE RECICLARSE EL AGUA DE LLUVIA?		
11	¿DEBEN TRATARSE LAS AGUS DE LLUVIA Y JABONOSAS?		
12	¿ES CONVENIENTE TRATAR LAS AGUAS NEGRAS Y RECICLARLAS?		
13	¿LAS PLANTAS TRATADORAS DE AGUA CONTAMINAN?		
14	APOYARIAS POLITICAS QUE EXIGAN CONSTRUIR SUSTENTABLEMENTE?		
15	¿LOS PROGRAMAS DE LA ESCUELA DE ARQUITETURA DEBEN INCLUIR LA SUSTENTAILIDAD COMO OBLIGACIÓN?		
16	¿LOS MUROS DE PIEDRA SON AISLANTES TÉRMICOS?		
17	¿LOS MUROS DE BLOCK DE HORMIGÓN DE CEMENTO SON AISLANTES TÉRMICOS?		
18	¿LOS MUROS DE TIERRA SON AISLANTES TÉRMICOS?		
19	¿LOS MUROS DE LADRILLO DE BARRO SON AISLANTES TÉRMICOS?		
20	¿LOS MUROS Y CUBIERTAS DE CONCRETO SON AISLANTES TÉRMICOS?		
21	¿LOS MUROS EXTERIORES Y CUBIERTAS DEBEN ESTAR AISLADOS TÉRMICAMENTE?		
22	¿LAS CUBIERTAS DE LÁMINA SON TÉRMICAS?		
23	¿LOS BLOCKS TÉRMICOS SON UNA ALTERNATIVA?		
24	¿ES IMPORTANTE CREAR MICROCLIMAS EN LAS CONSTRUCCIONES?		
25	¿UTILIZARIAS VEGETACION EXÓTICA PARA LOGRARLO?		
26	¿CREES QUE ALGUNA VEGETACIÓN EXOTICA PUEDA ADAPTARSE AL CLIMA DE SONORA?		

27	¿SONORA CUENTA CON MATERIALES REGIONALES PARA CONSTRUIR SUSTENTABLEMENTE?		
28	¿CONOCER MÉTODOS Y MATERIALES DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA REGIONAL NOS AYUDARÍA?		
29	¿UTILIZAR MATERIALES REGIONALES AYUDARÍA A NO CONTAMINAR?		
30	¿LA ARQUITECTURA DEL SIGLO XXI PUEDE HACERSE CON MATERIALES REGIONALES?		
31	¿DEBEMOS SER CREATIVOS PARA SOLUCIONAE EL PROBLEMA DE CONSTRUIR SUSTENABLEMENTE?		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.** Resultados de la encuesta realizada a los profesores de la carrera de Arquitectura de la Universidad de Sonora

PREGUNTAS	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1 %										
2 %										
3 %										
4 %										
5 %										
6 %										
7 %										
8 %										
9 %										
10 %										
11 %										
12 %										
13 %										
14 %										
15 %										
16 %										
17 %										
18 %										
19 %										
20 %										
21 %										
22 %										
23 %										
24 %										
25 %										
26 %										
27 %										
28 %										
29 %										
30 %										
31 %										

Fuente: Elaboración propia.

Los porcentajes están representados en las respuestas al SI

## Discusión

Diversos estudios coinciden en la necesidad urgente de abordar los impactos ambientales derivados de la industria de la construcción. Romero Gil (2019) documenta cómo actividades como el movimiento de tierras y el uso de maquinaria pesada generan partículas contaminantes que afectan al ecosistema. Cabrero et al. (2021) relacionan estas emisiones con graves problemas de salud, como cáncer pulmonar y cardiopatías, destacando la importancia de reglamentar estrictamente las normativas ecológicas.

Entrevistas realizadas con autoridades y académicos confirman que, aunque la arquitectura verde está incluida en los planes de estudio, su implementación es limitada. Por ejemplo, la jefa del Departamento de Arquitectura señaló que "algunos profesores no le dan la importancia debida". Esto sugiere la necesidad de reforzar la enseñanza obligatoria de la arquitectura sostenible en las universidades y establecer normativas que impulsen su aplicación práctica.

Desde un enfoque histórico, el impacto de la Revolución Industrial marcó un cambio en las prácticas arquitectónicas, alejándolas de métodos sostenibles tradicionales. Aunque los avances tecnológicos han permitido desarrollar edificaciones autosustentables, su alto costo y la falta de regulación limitan su accesibilidad. Es imprescindible trabajar en conjunto con universidades, gobiernos y la industria para garantizar que la sostenibilidad sea el estándar, no la excepción.

Podemos observar en términos generales la coincidencia en la forma de pensar, tanto de los directivos, profesores, autoridades, los investigadores preocupados por este resolver este problema, así como de las organizaciones internacionales y nacionales preocupadas por este tema, y percibir el grave problema que la industria de la construcción provoca y la contaminación que ocasiona, que ha estado ocasionando por mucho tiempo, pero particularmente desde fines del siglo XIX, con la Revolución Industrial y el uso de maquinarias para la elaboración de los suministros y materiales, el traslado de los mismos, la explotación indiscriminada de productos fósiles, como el petróleo y sus derivados, como lo son los plásticos y materiales que duran cientos de años para degradarse, el uso inadecuado de los materiales, sistemas constructivos, estrategias de diseño, en fin, un gran problema es el que hemos estado ocasionando a nuestro planeta, y eso nos motivó a esta investigación para que de manera conjunta con los involucrados, encontremos las soluciones necesarias.

Primero debemos tener conciencia del problema y de nuestra responsabilidad en el, después debemos encontrar las alternativas tanto en la enseñanza, en las leyes, normas y reglamentos, oficiales y en la Universidad, en el Departamento de Arquitectura, revisar de manera objetiva el plan de estudios y adecuarlo a las necesidades presentes para enseñar a las futuras generaciones la obligación que tenemos con la sociedad, contribuyendo con profesionistas consientes de nuestro deber, de construir sustentablemente para tener mejores espacios donde desarrollar nuestras actividades, de proteger nuestro entorno, nuestro hogar, lugar de trabajo, colonia, vecindario, pueblo, ciudad estado, y así podremos devolverle a la sociedad con nuestro trabajo lo que recibimos de preparación y conocimientos.

En la misión comercial que encabeza en China, el presidente municipal de Hermosillo, Antonio Astiazarán Gutiérrez, visitó empresas líderes en reciclaje de recursos hidráulicos, fabricación de vehículos eléctricos y de servicios de limpieza. (El Imparcial. Por Redacción GH 26 de junio 2024)

El alcalde de Hermosillo presentó 4 propuestas para beneficio de la sociedad

1. Camiones eléctricos para la recolección de basura
2. Ahorro y cuidado del agua con eficiencia energética y energías renovables y limpias y plantas desalinadoras de agua
3. Transporte eléctrico gratuito para estudiantes
4. Mayor seguridad con tecnología

Es un buen inicio, pero debemos como gremio, como universidad, como arquitectos colegiados, inferir para que sea obligatorio construir sustentablemente.

## Conclusión

La arquitectura debe evolucionar para responder a la crisis ambiental actual. No podemos permitir que continúe la dualidad entre una "arquitectura tradicional" y una "arquitectura sostenible". Solo habrá verdadera arquitectura cuando todas las construcciones respeten los principios de sostenibilidad, minimizando el impacto ambiental y promoviendo el bienestar de los usuarios.

Este estudio demuestra que el cambio debe comenzar con la formación de futuros arquitectos. Las universidades deben rediseñar sus planes de estudio, integrando la sostenibilidad como un eje central y obligatorio. Asimismo, las normativas municipales y

estatales deben reforzarse para garantizar que los proyectos cumplan con criterios de sostenibilidad.

### **Futuras Líneas de Investigación**

1. Nanotecnología aplicada a la arquitectura verde: Explorar el desarrollo de materiales innovadores que optimicen el desempeño ambiental de las construcciones.
2. Análisis del impacto de normativas sostenibles: Investigar cómo la implementación de leyes más estrictas influye en la práctica arquitectónica.
3. Desarrollo de laboratorios de innovación en construcción: Crear espacios para experimentar con nuevos métodos y materiales sostenibles, promoviendo su integración en el mercado.
4. Proyección del crecimiento urbano: Estudiar los patrones de expansión urbana para diseñar estrategias sostenibles que anticipen sus efectos a largo plazo.

### **Referencias**

- Cravero, A., González, S., & Vasquez, F. (2021). Arquitectura de Big Data para el análisis de Enfermedades relacionadas con la Contaminación del Aire. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E41), 548-559.
- Garzón, B. (2021). Arquitectura bioclimática. *Nobuko* (p.15)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI, Cuéntame INEGI, Actividades Económicas Secundarias: Construcción [Internet]. 2009. (Consultado 30 de septiembre del 2024). Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/economía/secundario/construcción/default.aspx?tema=E> [2]
- Edwards, Brian. *Guía Básica de la Sostenibilidad*, 2ª ed., México: Gustavo Gili, 2008, 224 p., p. 1. ISBN: 9788425222085
- Miceli, A. (2021). Arquitectura sustentable: más que una nueva tendencia, una necesidad. *Nobuko*. (P. 25)
- NATIONAL GEOGRAPHIC, publicado 19 mayo 2023, 11:12 GMT-3
- Navarro Velázquez, M. (2020). La creatividad en la formación del arquitecto, el proceso creativo y las neurociencias. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20). (P.25)
- Organización Mundial de la Salud (OMS), (2014, 2017, 2022).

- Paredes, C. R. P., Gaibor, J. S. Q., & Cadena, P. I. T. (2019). Análisis ético en el campo de la contaminación ambiental automotriz. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales (RCCS)*, (5), 34.
- Alpuche, G. et al. (2018). *Plan de estudios 2018 de la Escuela de Arquitectura*, Universidad de Sonora.
- Boletín oficial del gobierno del estado de Sonora (1987, modificado en el 1988, 2003, 2024). Reglamento de Construcción para el Municipio de Hermosillo. <http://ordenjuridico.gob.mx/Publicaciones/CDs2024/CDDerechoMunicipal/pdf/3REGHE.pdf> Reglamento de Protección civil del Municipio de Hermosillo.
- Riera Aroche, R., González Maitland, M., Gavotto Nogales, O., Castellanos Pierra, L. y Rosas Burgos, R. (2016). El método en la metodología de la investigación científica y su influencia en el proceso de formación del conocimiento científico. Hermosillo: Universidad de Sonora. (p. 92).
- Romero Gil, I. (2019). Efectos ambientales en fase de construcción. (P.5)
- NTC-PA-2018, Norma Técnica Complementaria al Reglamento de Construcción para el Municipio de Hermosillo que establece las características y requerimientos del Proyecto Arquitectónico Publicada en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora, Tomo CCII – Hermosillo, Sonora - Número 19 Secc. III – lunes 3 de septiembre de 2018
- Solano, J. A. V. (2019). La contaminación atmosférica por las actividades de la industria de la construcción. *Contaminación Atmosférica*, 22. Pág. 1
- United Nations Environmental Programme, del 2014
- Zambrano, G. D. C., & Castro-Mero, J. L. (2020). Arquitectura bioclimática. *Polo del conocimiento*, 5(3), 751-779.