

Experiencia docente en el área de la eficiencia energética de edificaciones casos de estudio en Sonora, México

Teaching experience in the area of energy efficiency of buildings case studies in Sonora, México

María Guadalupe Alpuche Cruz¹ 

1 Profesora-Investigadora (Departamento de Arquitectura y Diseño); Universidad de Sonora; guadalupe.alpuche@unison.mx; Hermosillo, México

Resumen: En el presente documento se relata parte de la experiencia como docente de la asignatura Análisis Energético en Arquitectura, del Programa de Arquitectura en la Universidad de Sonora, ubicada en el Noroeste de México. Se presentan ejemplos de trabajos realizados por estudiantes al finalizar el curso, a la vez que se mencionan los aspectos temáticos que forman parte de la metodología para llegar al ejercicio final. Así mismo se realiza una pequeña reflexión de la importancia de incorporar estos saberes a las enseñanzas formales de las y los profesionales de la arquitectura.

Palabras claves: eficiencia energética; clima cálido-seco; diseño bioclimático

Abstract: This document reports part of the experience as a teacher of the subject Energy Analysis in Architecture, of the Architecture Program at the University of Sonora, located in the Northwest of Mexico. Examples of work done by students at the end of the course are presented, while mentioning the thematic aspects that are part of the methodology to reach the final exercise. Likewise, a small reflection on the importance of incorporating this knowledge into the formal teachings of architecture professionals is carried out.

Keywords: energy efficiency; hot-dry climate; bioclimatic design

Citación: Alpuche Cruz, M. G.; Experiencia docente en el área de la eficiencia energética de edificaciones-casos de estudio en Sonora, México. *Entrópico* 2022, 0. <https://doi.org/10.33413/eau.2022.224>

Editor académico: Heidi De Moya Simó y Gilkauris Rojas Cortorreal

Recibido: 6 octubre 2022

Aceptado: 12 octubre 2022

Publicado: 14 noviembre 2022



Copyright: © 2022 por los autores. Enviado para una posible publicación de acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

En México, los programas de eficiencia energética se remontan a los primeros años de la década de 1980, pero es a partir de 1989, cuando al crearse la Comisión Nacional para el Ahorro de la Energía, CONAE, cuando se comienzan a realizar los primeros trabajos para encaminar al país en el tema y su impacto en las diferentes áreas.

En el Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de México, (CEPAL, 2018), se menciona que, dentro del consumo final de energía, las intensidades energéticas de los sectores residencial e industrial han presentado la mayor reducción en su tendencia entre 1995 y 2015. Destaca en el informe que el sector residencial redujo su intensidad energética en 45,9%, seguido del sector industrial que lo hizo a 15,6%. Asimismo, los sectores de consumo final que presentan un mayor progreso de la eficiencia energética están vinculados a un mayor uso de la energía eléctrica respecto a los que dependen de los combustibles. Cabe mencionar que México ha impulsado normas oficiales para promover la eficiencia energética en el sector residencial e industrial, sin embargo, la aplicación directa de algunas normas (sobre todo en el sector residencial) no es posible, ya que, por la conformación sociopolítica del país conformado en estados y municipios, los municipios deben promulgar dicha aplicación.

La eficiencia energética desde una perspectiva docente, debe contemplar todos los niveles educativos y todos los ámbitos en los que se desenvuelve el ser humano, científico, humanístico, económico y social. Actualmente, existen organismos de todos los niveles, investigadores, profesores, empresarios, trabajando para que los distintos espacios habitables sean cada vez menos consumidores de energía y por ende más empáticos con el medio ambiente.

Enfocándonos en los espacios habitables, es donde entramos los arquitectos, usualmente encargados de diseñar estos espacios. Comento la palabra “usualmente”, ya que existen muchas edificaciones en México y en otras partes del mundo, que son edificadas de manera empírica. Sin embargo, lo que aquí nos ocupa son las edificaciones diseñadas por profesionales de la Arquitectura.

La enseñanza de la arquitectura sería tema para escribir una serie de disertaciones, pero en este documento primero se plantearán algunos bosquejos aportados por investigadores preocupados por la misma, con un enfoque en disminuir el consumo de energía final al habitar una edificación, sin embargo, pensando en otro objetivo como lo es generar una arquitectura bioclimática, pasiva o sustentable.

En su trabajo de investigación (Maciel, et. al., 2007), estudia la influencia de la educación arquitectónica y la experiencia temprana del trabajo de un grupo de arquitectos, cuyo trabajo muestra rasgos fuertes de la integración bioclimática, en un primer análisis de sus experiencias individuales, a través de entrevistas semiestructuradas, indica que la integración de conceptos bioclimáticos en el diseño va más allá del desarrollo o mejora de herramientas. En primer lugar, es fundamental que estos conceptos sean parte de la filosofía de diseño del profesional, que es determinante en la aplicación de la investigación y la innovación en arquitectura práctica. Además, menciona que, en 1963, el término bioclimático fue utilizado por primera vez por Victor Olgyay, quien desarrolló una carta bioclimática, que relacionaba los datos climáticos con los límites de confort térmico, para identificar estrategias de diseño. Así, la bioclimatología relaciona el estudio del clima (climatología) con el ser humano. El diseño bioclimático es un enfoque que aprovecha el clima a través de la correcta aplicación de elementos de diseño y tecnología en la construcción, para ahorrar energía y garantizar condiciones confortables en los edificios que, si se considera desde las primeras etapas de diseño, tiene un potencial aún mayor para ahorrar energía.

Tomando en consideración la enseñanza de la arquitectura es interesante observar lo que menciona Gallardo Frías, (Gallardo, 2013), investigadora chilena, cuando realiza una búsqueda en el cual quiere reivindicar la preocupación central de la filosofía de Heidegger, el ser humano como centro principal del proyecto arquitectónico y principal lugar, cuya naturaleza implica estar en la tierra como mortal, lo que significa habitar. Así ella se plantea la esencia de la arquitectura como la búsqueda de un lugar donde el ser humano pueda habitar, pero lo más interesante es que a esos dos pilares, ser humano y lugar, incorpora el concepto de *eficiencia energética*. Además, menciona que, revisando los conceptos fundamentales y estrategias de diseño, no sólo para economizar energía y para mejorar la calidad de vida que ofrece una edificación, sino también como una obligación ética de nuestros días. En su sinopsis describe puntos importantes que se deben de incorporar en la enseñanza de los arquitectos como son: 1. Características generales del proyecto: forma, tratamiento de la piel en la edificación; 2. Características específicas del proyecto: orientación, zonas verdes, envolvente y topología del espacio interior; 3. Medios naturales de control ambiental: Sistemas naturales de climatización, iluminación y acústica.

Después de Olgyay, quien influyó de manera significativa a muchas generaciones de arquitectos, tanto en México como en Latinoamérica el diseño bioclimático comenzó a tener eco en el ámbito del diseño de los espacios habitables, aunque de manera gradual en su momento, ahora quien se dedica al diseño bioclimático conoce su aportación. En su trabajo de investigación Ortiz (Ortiz, 2019) hace una referencia directa a él y a otros estudiosos del tema para apoyar su reflexión sobre incentivar un cambio en la enseñanza de la arquitectura en nuestras escuelas mexicanas, conclusión a la que llegó después de varios años de observación de movimientos y acciones aisladas, por parte de profe-

sionales preocupados ante los efectos de la actividad humana sobre el entorno natural. Además, propone cinco ideas generales que los programas de enseñanza de la arquitectura deberían incorporar en sus planes de estudio: 1. Estudio científico y estructurado de los factores climáticos; 2. Sistemas de climatización pasiva; 3. Eco tecnologías; 4. Comportamiento térmico de los materiales; Observación de la respuesta que en la antigüedad se dio en el sitio, a la necesidad de abrigo.

En México se ha venido trabajando como menciona Ortiz, de una manera aislada en las diferentes escuelas de arquitectura, pero me atrevo a decir que la importancia de incorporar en los planes de estudio de nuestras universidades asignaturas relacionadas con el conocimiento adecuado del sitio donde se proyectará un espacio arquitectónico o urbano es un punto realizado, sin embargo, debemos seguir trabajando para que su aplicación se vea reflejado en el desarrollo de nuestras ciudades.

1.1 Plan de estudios del Programa de Arquitectura, Unison.

El Programa de Arquitectura inicia en septiembre de 1995, con un grupo de 80 estudiantes, el primer plan fue elaborado tomando en consideración el creciente desarrollo económico del estado con la instalación de importantes industrias, que trajo como consecuencia un crecimiento poblacional de los principales centros urbanos, presentando la necesidad de formación de profesionistas que dieran solución a la demanda de edificaciones y equipamiento que forman parte del constante crecimiento de las ciudades, (UNISON, 2018).

Desde sus inicios el plan de estudios incorpora saberes que refuerzan los conocimientos del clima a través de una asignatura que se llama Fundamentos de tecnologías ambientales. Posteriormente, en 2006 se pone en marcha la reestructuración del plan de estudios, que incorpora la asignatura de física, clima y arquitectura, diseño lumínico, diseño acústico, y análisis energético en la arquitectura. Durante ese tiempo, además, se crea en el Laboratorio de Energía y Medio Ambiente, donde se desarrollan investigaciones de alto nivel, impulsadas por el grupo de investigación conformado en el Cuerpo Académico Estudios Integrales en la Arquitectura.

Después de esa reestructuración, siguiendo la normativa institucional se debe realizar cada cinco años una evaluación de los programas académicos, por lo cual se inician nuevamente los trabajos de actualización, para el plan que se actualmente se encuentra vigente.

Así mismo, el gobierno local en su Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021, plantea dentro de sus Ejes estratégicos, "Sonora y Ciudades con calidad de vida" el Eje II: Gobierno generador de la infraestructura para la calidad de vida y la competitividad sostenible y sustentable. En éste Eje, se plantean diferentes líneas de acción que están directamente relacionadas con las actividades propias de la profesión del Arquitecto. Cabe mencionar, que un aspecto importante de las líneas de acción está enfocado hacia el desarrollo sustentable en los diferentes ámbitos (movilidad y transporte, infraestructura y servicios, vivienda digna, planeación territorial) de los centros urbanos y rurales del estado. Ante ésta situación la Universidad de Sonora debe atender a los cambios derivados de los escenarios actuales en los que deberá desenvolverse el profesional egresado del Programa de Arquitectura para contribuir con la solución de los diferentes problemas que surgen de dichos escenarios y así contribuir en el crecimiento y desarrollo del estado de Sonora y en beneficio de la Sociedad, (UNISON, 2018).

Al realizar diversas actividades como grupos focales, entrevistas y pequeñas encuestas a egresados y empleadores, uno de los aspectos que se menciona:

Es importante señalar que las asignaturas correspondientes al conocimiento del medio ambiental, confort de los usuarios y la importancia de generar edificaciones eficientes energéticamente, son ampliamente desarrollados en el plan 2006, que son conocimientos que los organismos acreditadores mencionan deben ser parte de la formación del arquitecto.

Debemos de considerar los cambios medioambientales, de recursos naturales y energéticos: Sea por los ciclos naturales terrestres como por la intervención directa del ser humano, la atención inmediata de los problemas de contaminación medioambiental y la reducción de las fuentes de recursos y energías no renovables es una tarea que no reconoce fronteras socioculturales o profesionales. Si bien ciertas profesiones enfrenan la tarea de manera más directa, cualquier actividad de servicios o producción deja su huella ecológica. En los últimos treinta años, se han emprendido diversas estrategias, educativas, sobre todo, para concientizar a la población global en la necesidad de interactuar de una forma más sustentable con el medioambiente; por ende, es notorio que las nuevas generaciones evidencien actitudes más positivas y resilientes; esto supone ventajas en la implementación de competencias profesionales que potencien una ciudadanía más participativa en este tipo de tareas.

Es importante no dejar de fuera las fuentes de energía renovables-reducción de recursos no-renovables: Cada vez se reconoce más, sea por razones económicas, políticas o sociales, la necesidad de migrar al uso de fuentes de energía renovables. Los argumentos dominantes vienen de las disciplinas medioambientales y la tecnología para su generación se vuelve cada vez más accesible; países como México, con enorme potencial generador de energía fotovoltaica, están modificando su legislación para permitir la producción y distribución de electricidad producida por medios alternativos. De ahí que los arquitectos necesitan formarse considerando las implicaciones que este escenario plantea, tanto en lo tecnológico como en la manera en que se concibe al objeto arquitectónico-urbano, ya no solo como espacio habitable sino como protagonista directo y activo de los procesos económicos. En un orden similar de ideas, la reducción de la biomasa y de las fuentes de agua dulce y/o potable alrededor del mundo sugiere la puesta en práctica de hábitos de consumo más responsable y de proponer estrategias de diseño que privilegien los sistemas pasivos, (UNISON, 2018).

Es además fundamental pensar en una planificación urbana más sustentable e incluyente: Hemos visto que la ciudad será el asentamiento humano más común y habitado; en tal entorno se decantarán todas las necesidades de habitabilidad con una base sustentable; pero caben destacar aquellas que guardan una relación más estrecha con los procesos de conformación de un sentido ciudadanía, con el derecho al espacio público y a la inclusión de toda la sociedad en conjunto.

Las competencias transversales del Arquitecto de la Universidad de Sonora son aquellas que complementan la formación del estudiante y deben ir desarrollándose a lo largo del plan de estudios en cada una de las asignaturas.

1. Desarrolla actividades profesionales en diferentes ámbitos específicos/emergentes de la arquitectura.
2. Realiza los diferentes trámites relativos a los servicios de arquitectura y obra.
3. Socializa resultados.
4. Trabaja en equipos multidisciplinarios.
5. Propone ambientes confortables y energéticamente eficientes (sustentabilidad).
6. Trabaja según la normatividad nacional e internacional de derechos de autor y patente.

Quedando el mapa curricular como se muestra en la figura 1.

Los estudiantes que cuando llegan a tomar la asignatura, en el plan de estudios vigente, ya tomaron asignaturas obligatorias como: Clima y Arquitectura, Principios de Diseño Bioclimático, Diseño Lumínico y Arquitectura Sustentable; por lo cual ya adquirieron los conocimientos básicos para la asignatura.

Como parte del desarrollo de la asignatura, se realiza un recordatorio sobre la importancia del análisis del clima de una manera fundamental para decidir cuáles serán las estrategias de diseño que aplicarán en una edificación para que esta en su operatividad consuma menos energía. Para ello utilizamos el programa Climate Consultant (SBSE, 2021), y los datos climáticos se obtienen del Repositorio de datos climáticos gratuitos para la simulación del rendimiento de edificios, de los creadores del epw, (clima.onebuilding.org).

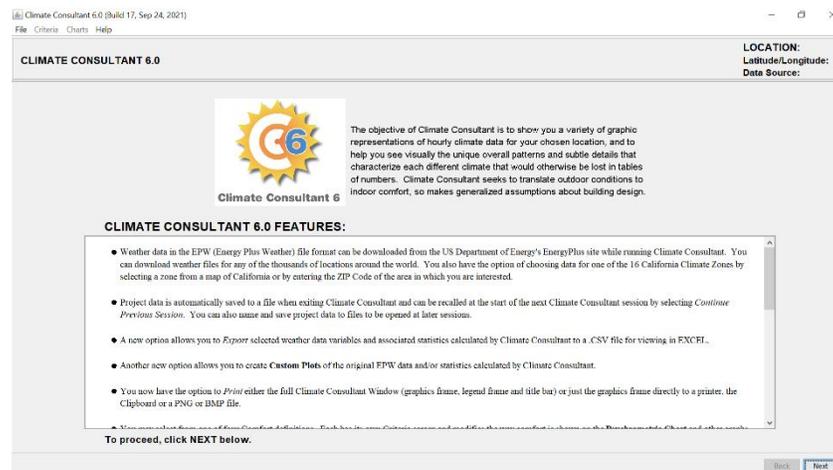


Figura 2. Inicio del programa Climate Consultant v. 6. Fuente: SBSE, 2021.

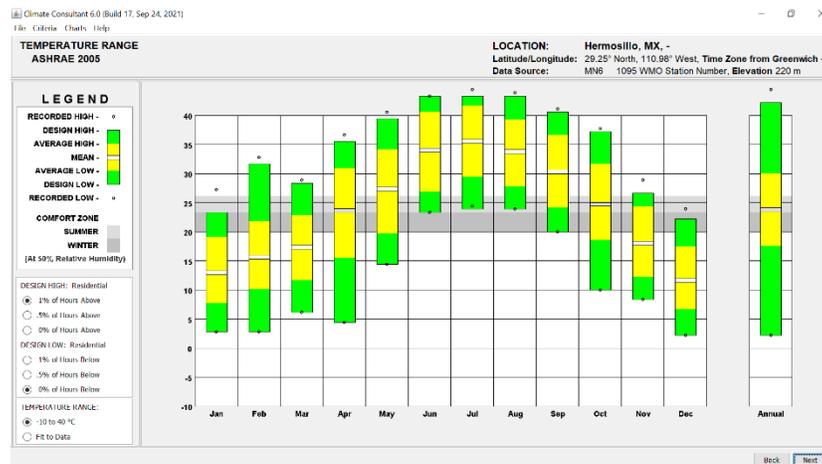


Figura 3. Gráfica de temperaturas promedio mensuales en Climate Consultant v. 6. Fuente: SBSE, 2021.

Esta herramienta permite que los estudiantes entiendan de una manera fácil, las diferencias climáticas que existen en las diferentes regiones del país y el mundo, así como la importancia que tienen las estrategias de diseño acordes a su entorno natural. De igual manera, se realizan sesiones recordatorias de los aspectos básicos de los mecanismos de transferencia de calor y el comportamiento térmico de los materiales de construcción de acuerdo a sus propiedades termo físicas.

Siendo uno de los temas del contenido, se explican las herramientas que podemos utilizar para realizar una evaluación energética de las edificaciones, dependiendo del nivel de profundidad y rigor científico con el que se pretende realizar. Se les enseña a utilizar la herramienta de la NOM-020-ENER 2011, cuyo objetivo es limitar la ganancia de calor de los edificios para uso habitacional a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento, (DOF, 2011).



Figura 4. Inicio de la herramienta de cálculo de la NOM-020-ENER-2011. Fuente: CONUEE, SENER, 2017.

Como los cálculos de transferencia de calor utilizados por la Norma mexicana son en estado estable, también se les enseña herramientas que realizan cálculos de ganancias de calor en estado dinámico. Una de ellas es Ener-Habitat, la cual es una herramienta de simulación numérica para comparar el desempeño térmico de sistemas constructivos de techos y muros de la envolvente de una edificación en las condiciones climáticas de las principales ciudades de la República Mexicana y de acceso libre. Fue desarrollada por el Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, el Departamento de Arquitectura, Universidad de Sonora, la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Autónoma de Tamaulipas, la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Colima, el Departamento de Ingeniería Mecánica, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico y el Laboratorio de Arquitectura Bioclimática, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.

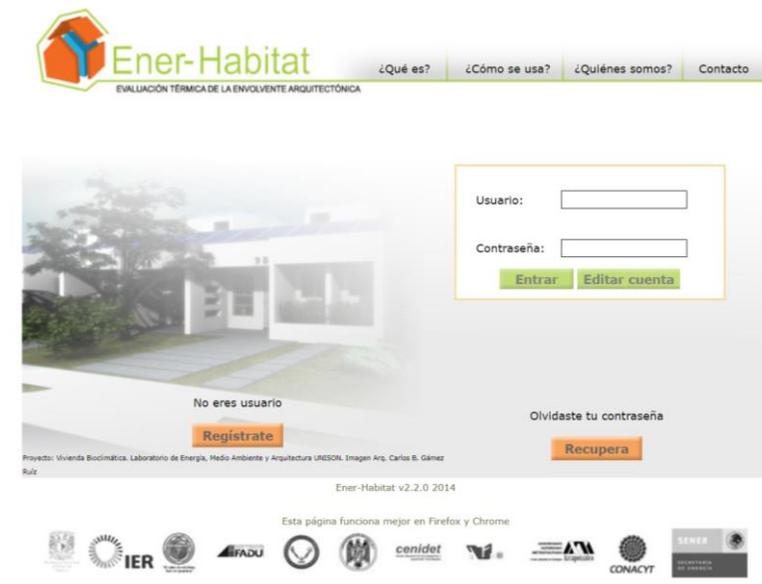


Figura 5. Inicio de la herramienta de cálculo Ener-Habitat. Fuente: <http://www.enerhabitat.unam.mx/Cie2/>

Como una segunda herramienta de cálculo dinámico, además, para realizar una evaluación global de las edificaciones, que pueden incluir tanto el comportamiento térmico, así como el lumínico, se les enseña a utilizar de una manera básica OpenStudio utilizando la vinculación gráfica de SketchUp. La cual es una colección de herramientas de software multiplataforma (Windows, Mac y Linux) para respaldar el modelado de energía de edificios completos usando EnergyPlus y el análisis avanzado de luz natural usando Radiance. El alcance de los estudiantes en el aprendizaje de dicha herramienta, no es avanzado, sin embargo, les da un panorama general de la evaluación energética de los edificios.

3. Resultados

En este apartado se presentarán algunos de los trabajos finales realizados por estudiantes que llevaron la asignatura de análisis energético en arquitectura. Usualmente las clases están formadas por veinte estudiantes y los trabajos finales pueden ser individuales o por equipos.

En la figura 6, se muestran partes del documento entregado por los estudiantes Trujillo Díaz, Elia María y Zazueta Terán, Jesús Alberto, ambos estudiantes de noveno semestre en ese entonces, quienes decidieron evaluar una casa-habitación de 96.38 m², ubicada en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. Como se aprecia en la figura, realizaron el análisis de clima utilizando climate-consultant, además realizaron la evaluación de la vivienda utilizando primero la NOM-020-ENER-2011 y OpenStudio. Me gustaría resaltar lo que ellos incluyen como conclusión, que dice, “Al momento de diseñar un edificio, es indispensable tomar en cuenta los factores climáticos, la orientación de cada una de las fachadas analizando los espacios que afectarían, las ventanas, puertas, techos, muros y pisos, junto con cada uno de los sistemas constructivos de estos. Ya que como nos dimos cuenta, cualquier cambio de estos factores puede influir fuertemente en el gasto energético y el confort del edificio”.

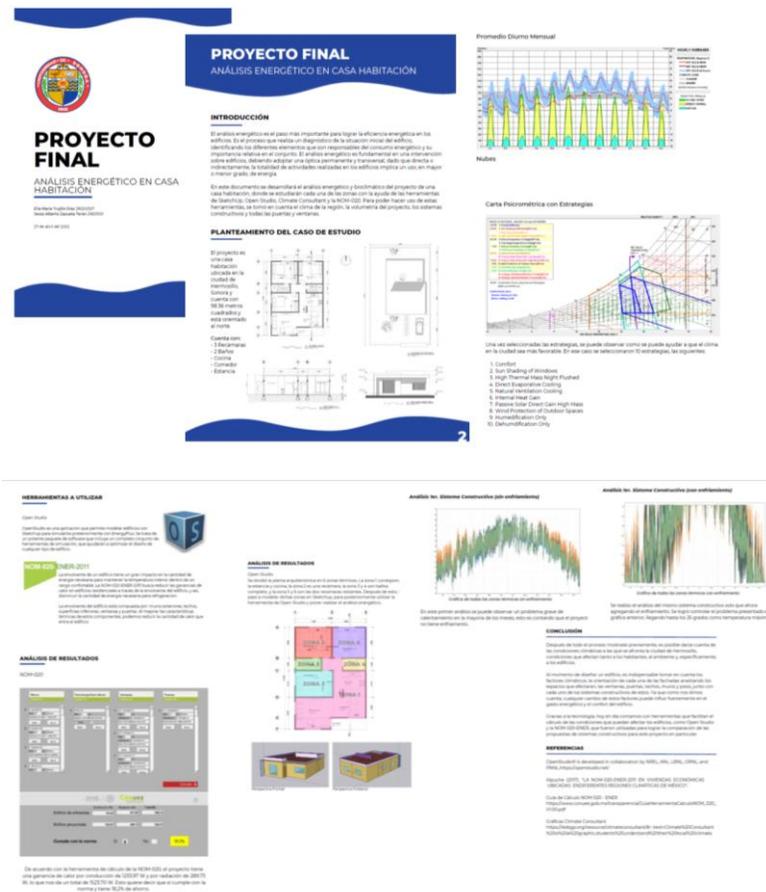


Figura 6. Trabajo final de clase 2022-1. Fuente: Trujillo y Zazueta, 2022.

En la Figura 7, se muestran imágenes que se encuentran dentro del trabajo final entregado por los estudiantes Martínez Montaña, Ivone y Moreno Enríquez, José Ramón, quienes evaluaron una casa-habitación que ellos denominan casa de campo. En su documento concluyen escribiendo, “Después de analizar el proyecto de la casa habitación dentro de Hermosillo, Sonora, pudimos notar el conjunto de factores que son parte de la ganancia térmica de una edificación como su ubicación, el clima, la orientación, los espacios existentes, ventanas, puertas, etc. Logramos conseguir una mejora en los materiales existentes agregando otros componentes o cambiándolos completamente sin perjudicar el diseño principal del proyecto, lo cual podría ser óptimo para un resultado 100% favorable, utilizando el diseño como un factor más a nuestro favor.

análisis de ganancia térmica de un edificio depende de cada uno de los factores presentados con anterioridad como el clima, el diseño del espacio, orientación, ventanas, techos, materiales, sombras, circundantes, entre muchas otras cuestiones más”.

4. Discusión

En las imágenes mostradas de tres trabajos de la clase 2022-1 de la asignatura Análisis Energético en Arquitectura es posible apreciar que los estudiantes presentaron un trabajo acorde a los objetivos que se plantea al iniciar el semestre. Considero importante mencionar que todos los estudiantes llegan con conocimientos básicos del análisis climático, sin embargo, trabajar en la lectura e interpretación de gráficas siempre es fundamental para nivelar el conocimiento. No sucede lo mismo con los temas sobre conocimientos básicos de transferencia de calor y propiedades termofísicas de los materiales de construcción, por lo que el tema debe de ser obligatorio en la clase antes de iniciar con la enseñanza de las herramientas para evaluación energética.

Es importante señalar que las asignaturas correspondientes al conocimiento del medio ambiental, confort de los usuarios y la importancia de generar edificaciones eficientes energéticamente, son ampliamente desarrollados en los planes de estudios del Programa de Arquitectura desde sus inicios, que son conocimientos que los organismos acreditadores mencionan deben ser parte de la formación del arquitecto.

Independientemente de lo anterior, cabe señalar que, dentro de las asignaturas correspondientes a la formación de arquitectos preocupados por la sustentabilidad, existen materias que podrían ser un parteaguas para la formación de una filosofía de diseño, pero se debe trabajar en conjunto con las áreas de proyectos, así como las de teorías de la arquitectura.

5. Conclusiones

El presente documento refleja parte de mi experiencia como docente en el área de la eficiencia energética en las edificaciones en el Programa de Arquitectura de la Universidad de Sonora. En mi transitar en el camino de la enseñanza-aprendizaje de este tema, debo aceptar que he tenido la satisfacción de haber sido parte de sembrar la semilla para que algunos de nuestros egresados continuasen sus estudios de posgrado enfocándose en seguir aprendiendo para realizar diseños cada vez más eficientes en el consumo de energía para su acondicionamiento interior.

Se puede concluir, además, que asignaturas enfocadas en la enseñanza-aprendizaje de la importancia de un buen análisis climático, del conocimiento de estrategias de diseño acordes al clima, de las herramientas que nos permitan entender el comportamiento global de las edificaciones y su impacto en el entorno, son necesarias para la formación integral de las y los profesionales de la arquitectura.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo

Declaración de disponibilidad de datos: No aplica.

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- CEPAL, N. (2018). Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de México, 2018.
- Cervantes, B. M., Valencia, S. A. A., (2022). Trabajo final de la asignatura: Análisis Energético. Programa de Arquitectura. UNISON. México
- Clima.Onebuilding.org. (2022). <https://climate.onebuilding.org/sources/default.html>
- Gallardo-Frías, L. (2013). Ser humano, lugar y eficiencia energética como fundamentos proyectuales es en las estrategias arquitectónicas. *Revista de Arquitectura*, Vol. 15 (ene.-dic. 2013); p. 62-69.
- Maciel, A. A., Ford, B., & Lamberts, R. (2007). Main influences on the design philosophy and knowledge basis to bioclimatic integration into architectural design—The example of best practices. *Building and Environment*, 42(10), 3762-3773.

- Martínez, M. I., Moreno, E. J. R., (2022). Trabajo final de la asignatura: Análisis Energético. Programa de Arquitectura. UNISON. México
- OpenStudio (2022). <https://openstudio.net/>
- Ortiz, I. D. R. G. (2019). Diseño bioclimático en la arquitectura de hoy. *Artificio*, 14-23.
- SBSE (2021). Climate Consultant v. 6. <https://www.sbse.org/resources/climate-consultant>
- Trujillo, D.E.M., Zazueta, T. J. A. (2022). Trabajo final de la asignatura: Análisis Energético. Programa de Arquitectura. UNISON. México
- UNAM (2022). <http://www.enerhabitat.unam.mx/Cie2/>
- UNISON (2018). Plan de estudios del Programa de Arquitectura. Departamento de Arquitectura y Diseño. México.