

ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA PARA IMPULSAR UN FUTURO REGENERATIVO

Andreea Dani¹; Fátima Sánchez Medina²; Sandy Minier³; Javier Rodríguez³; Dulce Murillo⁴

Universidad del Medio Ambiente UMA, México, ¹ad@umamexico.com.mx; ²fsm@umamexico.com.mx; ⁴dm@umamexico.com.mx

Instituto Mexicano para el Desarrollo Comunitario AC, México, ³sandy_minier@yahoo.fr; ⁴jarerocu@yahoo.com.mx

Palabras clave: bienestar socioambiental, comunidad, vinculación, práctica, didáctica

Resumen

La Universidad del Medio Ambiente es una universidad mexicana especializada en sostenibilidad, lleva 13 años impulsando un futuro regenerativo, sostenible y ético, acompañando agentes de cambio capaces de promover iniciativas que transformen los sistemas socioambientales. Con este espíritu, desde el año 2016 ofrece talleres y seminarios de construcción con tierra a profesionales de diferentes carreras y estudiantes de la Maestría en Arquitectura, Diseño y Construcción Sustentable (MADCS). El equipo autoral pretende, con este artículo, analizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en talleres y seminarios de construcción con tierra, con base en los objetivos propuestos y los resultados obtenidos hasta la fecha y evaluar el efecto que el empleo de metodologías y herramientas pedagógicas adecuadas ejerce en el intercambio y mejora de sistemas constructivos de tierra. Para la realización del mismo, se procesó información de la base de datos de la universidad que construye un estudio de base; se sistematizaron 5 años de experiencias de enseñanza-aprendizaje en el tema, poniendo a dialogar las metodologías empleadas; se realizaron entrevistas dialogadas con docentes, egresados y colaboradores, que fundamentan el análisis de resultados; por medio de las comunidades de práctica de la UMA, se conectaron iniciativas impulsadas por egresados y concretaron la metodología de investigación-acción que dirige todo el proceso. Los principales resultados obtenidos en el periodo son: estudiantes y docentes intercambian conocimientos en un espacio apropiado que procura el bienestar socioambiental para un futuro regenerativo; el modelo educativo de la UMA en conjunto con herramientas pedagógicas del laboratorio CRAterre y de la Red MesoAmeri-Kaab, promueven saberes tradicionales y conocimiento científico a favor de los sistemas constructivos de tierra; egresados incluyen propuestas arquitectónicas con tierra y otros materiales locales en proyectos socioambientales que vinculan con el territorio y revalorizan las culturas constructivas ancestrales.

1 INTRODUCCIÓN

La Universidad del Medio Ambiente (UMA), ubicada en San Mateo de Acatitlán, Valle de Bravo, México, es la primera especializada en sostenibilidad en Latinoamérica. Cuenta con un espacio idóneo para el desarrollo de proyectos socioambientales, desde el que trabaja para impulsar un futuro regenerativo, sostenible y ético, acompañando agentes de cambio capaces de promover iniciativas que transformen los sistemas socioambientales. El reconocimiento de la enorme importancia de crear un espacio de aprendizaje para tratar los retos socioambientales en Latinoamérica, impulsó en el año 2004, a que un grupo de jóvenes mexicanos colaboren para la creación de este proyecto. En el camino se han sumado cientos de especialistas, educadores, agentes de cambio y emprendedores en el desarrollo de un modelo educativo que está en constante aprendizaje sobre cómo rediseñar su sistema propio.

Derivado del proceso de codiseño de este espacio de aprendizaje, en el año 2006 la UMA conforma el grupo inicial de colaboradores y monta su oficina, empezando a ofrecer servicios socioambientales a inicios del año 2008. La conformación del Centro de Investigación y Aprendizaje del Medio Ambiente (CIAMA) S.A de C.V lleva, en el 2009, a iniciar el primer programa educativo abierto al público: Programa de Emprendedores Ambientales (PEA) bajo la modalidad de diplomado. Con base en esta experiencia de seis años, en el 2012 inician las primeras maestrías en las disciplinas de negocios, derecho

ambiental y arquitectura. Posterior a esto, en el 2014, se construye e inaugura el plantel UMA. En el 2016 son lanzadas tres nuevas maestrías en las áreas de educación, agroecología y proyectos socioambientales. Un año después arranca la maestría en turismo sostenible. La primera licenciatura (de emprendimiento y proyectos socioambientales) inicia su ciclo escolar en agosto de 2021, anunciando así la intención de ampliar la oferta educativa a nivel de licenciaturas para el año 2022. Hoy por hoy, la UMA ofrece servicios de consultoría y programas educativos que incluyen: licenciatura, maestrías, especialidades, diplomados y cursos en las áreas de arquitectura sostenible, agroecología y sistemas alimentarios regenerativos, negocios socioambientales, turismo sostenible, derecho ambiental y política pública, innovación educativa y proyectos socioambientales.

El área de arquitectura sostenible, con más de nueve años de experiencia, ha venido diversificando su programa educativo con el propósito de lograr incidir en el desarrollo de espacios habitables que promuevan el bienestar de las personas y del entorno, por medio de procesos participativos que enriquezcan el tejido social. Con un abordaje enfocado en el diseño basado en el lugar, se propone lograr una arquitectura adecuada para el contexto y para sus habitantes. A través de la Maestría en Arquitectura, Diseño y Construcción Sustentable, pone a disposición de la comunidad estudiantil, herramientas y tecnologías aplicables a la edificación que favorezcan el uso racional de los recursos y la minimización de sus impactos, incluyendo disciplinas como: diseño bioclimático, manejo integral del agua, certificación sostenible y construcción con tierra, por mencionar algunas.

El principal valor de la universidad es haber creado un punto de encuentro para acelerar el aprendizaje entre estudiantes, especialistas y líderes de sostenibilidad, es decir “la comunidad UMA”. Este trabajo colaborativo ha propiciado la construcción de alianzas e integración de redes en el campo de la construcción con tierra, lo que la llevó a integrar, a partir del año 2017, la Red MesoAmeri-Kaab (Red MAK), una plataforma activa conformada por 37 organizaciones, instituciones y profesionales de México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica, que trabajan a favor del uso de materiales locales en proyectos de producción social del hábitat en los diferentes contextos de Mesoamérica. En un esfuerzo por hacer efectivo el derecho de construir con tierra cruda y con materiales locales, articula acciones basadas en la identidad cultural, el diálogo de saberes y el derecho al hábitat. Esta relación de colaboración ha enriquecido la experiencia de enseñanza-aprendizaje para la construcción con tierra en la UMA y sus aportaciones para la construcción de un futuro regenerativo.

1.1 Arquitectura de tierra en México

A lo largo de la historia, las poblaciones asentadas en México han utilizado la tierra como material para la edificación. Esta práctica se diversifica por la convergencia de conocimientos prehispánicos y la introducción de sistemas constructivos que llegaron con la colonia. En una creativa respuesta de adaptación a las diversas condiciones climáticas del territorio, la arquitectura vernácula o arquitectura contextualizada, ha demostrado eficiencia en el manejo de materiales locales, dando como resultado una cultura constructiva rica y vigente.

Sistemas constructivos de tierra como el adobe, el bajareque y la pared de mano expresan la actualidad de este material en muchos asentamientos humanos de México. Este país cuenta con 34 inscripciones a la lista del Patrimonio Mundial por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), de los cuales, 11 son referentes a la arquitectura de tierra. Esto lo posiciona en el primer lugar a nivel iberoamericano de patrimonios y en el sexto a nivel mundial. Según la misma UNESCO, el 25% de los sitios patrimonio mundial en peligro son de tierra.

El crecimiento de oferta de materiales industrializados a lo largo del territorio ha dado como resultado la pérdida de la cultura constructiva que se mantenía en pie gracias a las prácticas constructivas y de mantenimiento preventivo que se transmitían de generación en generación. Esta pérdida está afectando tanto a las edificaciones catalogadas como

monumentos, como al medio natural y cultural de las comunidades que erróneamente quedan fuera de esta categoría.

1.2 Enseñanza de la arquitectura de tierra

La edificación de tierra es un desarrollo de la humanidad logrado por la transmisión de conocimiento popular oral y experiencial. Como afirma Guerrero (2007, p. 182): “se trata de una cultura constructiva que ha logrado avances inigualables gracias a la atávica sucesión de ensayos y errores que por milenios desarrolló la sociedad a través de procesos de selección artificial”. Son conocimientos tradicionales transferidos de una generación a otra de los cuales se cuenta con poca documentación y/o han recibido influencias externas que muchas veces dan como resultado una mala práctica constructiva que termina por desacreditar su uso.

La historia de la humanidad ha demostrado que el desarrollo cultural se fundamenta en procesos educativos resultantes de la interacción de las personas con su entorno. La arquitectura de tierra en México es patrimonio cultural, pero también es cultura viva en muchos territorios que, hoy por hoy, se encuentran amenazados por la desaparición de esta práctica. En la actualidad es común observar cómo las políticas públicas, la industria y la academia rechazan y anulan esta cultura. A esto se le suma el poco o nulo conocimiento que quienes están a cargo de la construcción del espacio habitable tienen sobre el tema. La enseñanza de la construcción y arquitectura de tierra es una asignatura pendiente para la mayoría de las universidades de México. Un análisis comparativo de las cuatro universidades que se ubican en la lista de las mejores escuelas de arquitectura y diseño en Latinoamérica, mostró que en el plan de estudios de la licenciatura de arquitectura, los contenidos referentes a la arquitectura de tierra, aunque están implícitos en seminarios como: arquitectura prehispánica, historia de la arquitectura, arqueología del hábitat, teoría y patrimonio, por poner un ejemplo, no están incluidos explícita e intencionalmente en su currículo. En algunos casos se le encuentra, también implícita, en la oferta de materias optativas dentro de las categorías: cultura y conservación del patrimonio y gestión en la producción del hábitat.

Basados en el primer análisis, se puede afirmar que el proceso educativo requiere experiencias vivenciales que permitan desarrollar las habilidades prácticas para la implementación en el diseño y construcción de edificaciones de tierra. Al observar la oferta de talleres incluidos en los programas de estas universidades, destaca la nula oferta de estos para la construcción con tierra, esto en comparación con la relevancia que dan a materiales como la mampostería, el concreto y el acero, que sí son incluidos como talleres dentro del programa educativo. Una encuesta realizada con egresados de procesos de formación de la construcción con tierra en la UMA, arrojó que sólo el 18% obtuvo conocimientos sobre el tema en sus estudios de licenciatura y de estos, solo el 17% de los contenidos fueron prácticos. En México, la oferta educativa para la práctica de arquitectura, diseño y construcción con tierra se inscribe en el ámbito de la educación no formal, siendo cubierta, en gran parte, por organizaciones sociales y asociaciones civiles que, con un énfasis en bioconstrucción, permacultura o diseño regenerativo, incluyen la construcción con tierra en sus experiencias educativas.

La enseñanza para la arquitectura de tierra en la UMA inició en el año 2016, incluyendo en la oferta educativa dentro del programa de extensión universitaria, el primer taller largo llamado “Construcción sostenible: técnicas de construcción con tierra”. En paralelo, el programa educativo de los estudiantes de la Maestría en Arquitectura, Diseño y Construcción Sustentable (MADCS) incluye un taller corto de construcción con tierra que se desarrolla a lo largo del primer semestre. Para una generación de maestría los contenidos de construcción con tierra se desarrollaron bajo la modalidad de seminario.

El modelo educativo de la UMA atiende cinco tipos de aprendizaje: aprender a aprender (de forma tanto individual, como colectiva), aprender a hacer (para influir desde el entorno de la especialidad), aprender a colaborar (para cooperar en contextos de diversidad), aprender a expresar (para inspirar con la experiencia y el aprendizaje) y aprender a auto diseñarse

(para desarrollarse autónomamente como agente de cambio). En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la construcción con tierra, la UMA toma elementos claves de su metodología propia y las combina con metodologías centrales del trabajo de la Red MAK, tal es el caso de la educación popular, que parte del reconocimiento de las culturas constructivas, usos y costumbres de los pueblos que construyen con tierra, así como en la formación del sujeto político que va a proponer y convertirse en actor del cambio. Esta práctica se combina con bases científicas, técnicas y metodológicas desarrolladas por el Laboratorio CRAterre de la Escuela Nacional Superior de Arquitectura de Grenoble (ENSAG), en Francia.

La UMA es considerada uno de los casos de innovación educativa en México. Este reconocimiento otorgado por ASHOKA, organización que impulsa la innovación en el emprendimiento social y promueve un movimiento de transformación educativa en América Latina, la coloca en la lista de los 21 casos de innovación transformadora del país.

2. OBJETIVOS

Analizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en talleres y seminarios de construcción con tierra, con base en los objetivos propuestos y los resultados obtenidos hasta la fecha.

Evaluar el efecto que el empleo de metodologías y herramientas pedagógicas adecuadas ejerce en el intercambio y mejora de sistemas constructivos de tierra.

3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

Se procesa información de la base de datos de la universidad (UMAsis) para construir un estudio de base. Se sistematizan cinco años de experiencias de enseñanza-aprendizaje en el tema, poniendo a dialogar las metodologías empleadas para la construcción de nuevos conocimientos a la luz de la experiencia. Entrevistas dialogadas con docentes, egresados y colaboradores fundamentan el análisis de resultados. Las comunidades de práctica de la UMA conectan con iniciativas impulsadas por egresados y concretan la metodología de investigación-acción que dirige todo el proceso.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Campus UMA, una propuesta arquitectónica para la regeneración comunitaria y de la cuenca

El término “diseño regenerativo”, fue propuesto por primera vez en el año 1955 por Regenesis Group¹. Según Mang y Reed (2020, p. 14) “describe un enfoque que trata de mejorar la capacidad de vivir de seres que co-evolucionan, de modo que nuestro planeta continúe expresando su potencial para la diversidad, complejidad y creatividad”. El desarrollo regenerativo ofrece un enfoque coherente para perseguir la sostenibilidad dentro de un marco conceptual de los sistemas vivos y en evolución. En este sentido, hablar de regeneración se refiere a crear las condiciones para iniciar procesos que favorezcan la vida.

El campus de la Universidad del Medio Ambiente se ubica en San Mateo Acatitlán, una localidad que forma parte del municipio de Valle de Bravo en el Estado de México. El territorio está clasificado dentro de las áreas de protección de recursos naturales, zona de protección forestal y santuario del agua, esto principalmente por integrar la cuenca Amanalco-Valle de Bravo, una de las generadoras de agua más importantes de las seis cuencas que conforman el Sistema Cutzamala, en México. Desde sus inicios, el propósito del proyecto del campus es construir un plantel que muestre cómo una intervención arquitectónica se convierte en un vehículo de regeneración para su comunidad y su cuenca.

¹ Regenesis Group se fundó en 1995, está conformado por educadores pioneros en los campos de la permacultura y el diseño ecológico y líderes de opinión en el mundo de la planificación empresarial y el desarrollo organizacional. Es líder mundial en el campo del desarrollo regenerativo.

La UMA entiende por codiseño el diseño colectivo o en conjunto entre los diferentes integrantes de la comunidad y la universidad, de manera interdisciplinaria, participativa y enriquecedora. En este sentido el diseño del campus involucró a campesinos, biólogos, abogados, vecinos, antropólogos, arquitectos, y administradores. Su arquitectura en las palabras de Hagerman (2015) es:

La arquitectura tiene un lenguaje, nos habla. A veces del poder, del dinero, del comercio, otras veces nos habla de la ciudad, de la tecnología, de un mundo en constante movimiento, y otras veces nos habla de montañas, del campo, de los pueblos. Creo que la UMA trató de hablar de esa manera, de relacionarnos con la naturaleza, pero también con la comunidad. Cuando salió la idea del anteproyecto, empecé a cantar de alegría.

En un área con una extensión de 34,024.38m² destinada a fomentar la presencia y el convivio con el agua, la tierra, el sol, el viento y la biodiversidad para la creación de un futuro regenerativo y diverso, se desarrolla el campus de la UMA. El diseño y construcción del proyecto arquitectónico se fundamentó en un proceso creativo y participativo que honrara la esencia del lugar².



Figura 1. Campus Universidad del Medio Ambiente, 2017, Valle de Bravo, México

Para la selección de los materiales se realizó un análisis de ciclo de vida (ACV) de tres alternativas de materiales: madera con adobe, tabique reusado y madera con block de tierra compactada (BTC), obteniendo que los sistemas constructivos de tierra son los que representan el menor impacto potencial. De esta manera, los edificios del campus están contruidos con un sistema que combina estructuras de madera de aprovechamientos forestales locales, sostenibles y debidamente legalizados, con cerramientos de BTC, revestidos en una cara con una mezcla obtenida de los pedazos de BTC y estiércol de caballo; los pisos se construyeron de cemento pulido pigmentado con tierra del lugar. El sistema incluyó el uso de botellas de PET³ de desecho, para crear un vacío que sirve como aislante térmico; en la cubierta se empleó una combinación de techos verdes y tejas de barro cocido (en menor porcentaje).

Para regenerar el suelo degradado por el uso intensivo de agroquímicos en monocultivos, en el pasado, el área no construida del campus está ocupada en su mayoría por un bosque comestible en crecimiento, que incluye especies producidas a partir de semillas/esquejes de plantas locales, que han demostrado ser productivas y resistentes en condiciones adversas, y que poseen importancia cultural para los pobladores.

² En regeneración, la esencia del lugar se define como la verdadera naturaleza o carácter distintivo que hace al lugar lo que es; lo permanente versus el elemento accidental del ser.

³ PET: politereftalato de etileno, tereftalato de polietileno, polietileno tereftalato o polietilentereftalato se obtiene a partir del ácido tereftálico y etilenglicol, por poli condensación, es un tipo de plástico ampliamente utilizado para envasar bebidas gaseosas.

La responsabilidad con el uso eficiente de la energía se traduce en el empleo de ventilación natural, dispositivos exteriores de protección solar, aislamiento en techos y paredes, colectores solares de agua caliente y suministro de energía solar fotovoltaica interconectada a la red. Destacando la importancia del agua para el lugar, el campus cuenta con un manejo integral del agua que incluye un ciclo cerrado de tratamiento y potabilización con cisterna de captación de agua de lluvia; las aguas de lavabos y excusados son tratadas en un sistema secuencial de biodigestor anaerobio, seguido por una zona de aireación, que entrega las aguas a un humedal (tratamiento secundario), pasando luego por un proceso de desinfección con ozono.

En el año 2019, el campus UMA fue acreedor de la certificación EDGE⁴ por lograr un ahorro de energía del 53%, un ahorro de agua del 89% y un ahorro de energía embebida en los materiales del 68%, lo que equivale a un ahorro total de CO₂ de 23.7 tCO₂/Año (EDGE, 2019). La estadística IFC Marketing lo posiciona como el proyecto con el mayor ahorro de agua en el mundo, de entre los que cuentan con esta certificación. En el campus UMA, las personas conviven de manera armónica con la naturaleza, este lugar propicia el descubrimiento y el aprendizaje; estudiantes y docentes intercambian conocimientos en un espacio apropiado que procura el bienestar socioambiental para un futuro regenerativo, amplificando los ritmos, las dinámicas y relaciones saludables que se manifiestan en la naturaleza y las personas que habitan la comunidad.

4.2 Experiencias vivenciales para potenciar procesos de enseñanza-aprendizaje significativos

En un período de cinco años, comprendido de noviembre 2016 a julio 2021, con un equipo docente conformado por 9 especialistas en el tema de la arquitectura de tierra (60% mujeres y 40% hombres), originarios de México, Francia, Rumanía, Nicaragua y España (de los cuales el 67% integran la Red MAK), la UMA ha desarrollado un total de 16 procesos de formación en la modalidad de talleres y seminarios, de los cuales han participado 168 personas (21% participó en más de un taller o seminario); originarias de Norte América (78%), Centro América (2%), Sur América (6%), y Europa (3%), de un 11% de participantes no se tiene información.



Figura 2. Datos de la comunidad estudiantil que ha participado en talleres y seminarios para la construcción con tierra con la UMA (crédito: M. Duque, UMA, 2021)

⁴ EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) es un sistema de certificación de edificios ecológicos, que mide el ahorro de energía, de agua y de energía embebida en materiales, permite evaluar construcciones nuevas o existentes, disponible en más de 130 países, entre ellas México.

En el ámbito de la educación existen muchas concepciones pedagógicas, que han configurado este campo. De manera general, se pueden agrupar en tres modelos fundamentales que sirven para entender la manera en que ocurren los procesos educativos: modelo exógeno con énfasis en los contenidos, modelo exógeno con énfasis en los efectos y modelo endógeno con énfasis en el proceso. En el tercer modelo pedagógico la educación ocurre en un ciclo de acción - reflexión - acción, que parte del principio que nadie educa a nadie y que nadie se educa solo, que en pocas palabras se denomina: enseñanza - aprendizaje. En las palabras de Freire (1997, p. 25), “quien forma se forma y reforma [...], quien enseña aprende al enseñar y quien aprende enseña al aprender [...], enseñar no existe sin aprender y viceversa”.

Partiendo de esta pedagogía, las experiencias de formación desarrolladas para la construcción con tierra han significado un proceso de aprendizaje constante de docentes - estudiantes o estudiantes - docentes, para lo cual se ha empleado una combinación de herramientas didácticas, prácticas en construcción y/o experimentación y otras actividades que propician experiencias vivenciales que potencian el aprendizaje compartido.

a) Herramientas didácticas

Taller sensorial: en este ejercicio se dispone de diferentes tipos de tierra, con los ojos vendados se invita a los participantes a tocar y sentir la tierra, poner palabras a esas sensaciones para luego observar, clasificar y nombrar las tierras y conectar con las emociones y recuerdos que despierta esta forma de reconocer la tierra. Parte de las experiencias didácticas desarrolladas por CRAterre; participaron 56 personas.

ElémenTerre: diseñada para descubrir cómo es posible pasar de un montón de tierra que es una materia natural, a un material de construcción. El ejercicio presenta 13 experiencias científicas simples y lúdicas (ordenadas en 3 grupos: granos, aire + agua y fuerzas + construir) en la que los participantes interactúan con el material tierra. La maleta científica y pedagógica fue desarrollada por CRAterre, quien concedió derechos de reproducción y difusión de su versión en español a la Red MAK; se capacitaron 105 personas.

Pruebas de identificación de tierras: conjunto de pruebas empíricas para el reconocimiento de los suelos, de las cuales se han estandarizado seis: prueba de la vista y tacto, para identificar la granulometría del suelo; prueba del olor, para identificar la presencia de materia orgánica; prueba del lavado de manos, para confirmar si se trata de suelo arcilloso o limoso; prueba de la pastilla, para probar la resistencia en seco y determinar el porcentaje de retracción de las arcillas; prueba del cigarro, para determinar la cohesión del suelo y comprobar si la cantidad de arcilla en el suelo es conveniente para fabricar adobes; y prueba de la botella, para medir la proporción entre los granos inertes y los finos; se capacitaron 127 personas.

Culturas constructivas: diseñada para entender cómo las culturas constructivas hablan de materiales, personas, saberes, organización social, conocimientos y transmisión. En este ejercicio se analiza la manera en que la casa habla de la identidad cultural de un pueblo y a modo de juego se invita a los participantes a leer patrones que vinculan a las personas con sus viviendas; participaron 58 personas.

Traslapes de adobe: ejercicio práctico en el que se emplean bloques de madera que representan adobes y medios adobes a escala pequeña, para enseñar los tipos de amarre en encuentros para muros de adobe reforzado y sin reforzar (encuentros en T, X y L), tanto en la primera, como en la segunda hilada, para su correcto cuatrapeo. En el sistema de adobe reforzado se incluye la correcta colocación de refuerzos verticales y horizontales; se capacitaron 44 personas.

Criterios básicos de diseño para la arquitectura de tierra: diseñado para entender, desde el sentido común, los cuidados claves que se plasman en elementos de construcción indispensables para una arquitectura de tierra sana, segura y funcional. En esta presentación, se comparte por medio de croquis sencillos y accesibles, el paralelismo estrecho entre la vivienda con tierra, y el cuerpo humano, e invita a comprender los

elementos básicos propios a la construcción con tierra desde la lógica vivida en nuestro cuerpo.

Fichas didácticas: incluyen textos e ilustraciones para la realización de pruebas de identificación, experimentación, así como los pasos para la ejecución de diferentes sistemas constructivos de tierra: adobe, bahareque, paja-arcilla, tapia, repellos, etc.; incluye el manifiesto “Habitar la tierra”. Es una compilación de 27 fichas elaboradas por Red MAK con base en investigaciones del laboratorio CRATerre y experiencias propias; recibieron la información 53 personas.



Figura 3. Herramientas didácticas implementadas durante procesos de enseñanza-aprendizaje para la construcción con tierra en Universidad del Medio Ambiente, 2016 - 2021, Valle de Bravo, México

Muestrario de revocos (o repellos): ejercicio práctico en el que se experimentan los comportamientos de la estabilización con arenas y con fibras en revocos de tierra. Con al menos 2 tierras con características muy distintas, se realizan sobre unos adobes, muestras de revocos declinando la proporción de estabilizante natural de menos a más cargado. Luego del secado, se arma el muestrario para realizar una comparación de los comportamientos a la erosión y a la retracción de las diferentes mezclas, invitando a quienes participan del ejercicio a construir sus propios criterios de calidad. Al final, este ejercicio introduce la posibilidad de estabilización química con una última muestra de revoque con tierra y cal; se capacitaban 93 personas.

Muestrario de pinturas: parte de un diálogo histórico de las pinturas naturales y sus constituyentes. Se solicita a los participantes realizar hipótesis respecto a las posibles combinaciones y proporciones, elaborando muestras pequeñas que incluyen: combinación básica para adherencia, combinación para obtención de color, combinación con estabilizantes. Luego del secado se evalúan los resultados para su mejora o reproducción de combinaciones exitosas, permitiendo la producción de pintura en mayor volumen; se capacitaban 46 personas.

Test Carazas: ensayos de correlación de las tres fases de la materia tierra: ofrece una comprensión de la importancia de la naturaleza trifásica de la materia tierra y cómo interactúan sus constituyentes. Este ejercicio práctico se realiza en una matriz donde los tres componentes de la materia son explorados a través de una serie de manipulaciones,

utilizando las variables propias de cada uno de estos tres elementos. El ejercicio lleva el apellido de su autor⁵, participaron 79 personas.

Mesas interactivas comportamiento sísmico: diseñadas para comprender los diferentes comportamientos de un edificio en caso de un sismo oscilatorio, en función no solo de sus características que derivan de las técnicas constructivas utilizadas, sino también de las características del suelo y del subsuelo que recibe la edificación. Por medio de maquetas representativas de cinco diferentes tipologías estructurales de edificios, se observan y se identifican patrones de respuestas en caso de estar expuesto a una fuerza horizontal fuerte con variación de amplitud de oscilación; se capacitaron 46 personas.

Maleta sísmica: diseñada para descubrir cómo se comporta la materia en grano cuando está expuesta a situaciones y momentos que también ocurren durante un sismo. El ejercicio presenta siete experiencias científicas simples y lúdicas en la que los participantes interactúan con el material tierra. La maleta científica y pedagógica fue desarrollada por la Red MAK, inspirada por las metodologías de la maleta ElemenTerre; se capacitaron 23 personas.

b) Prácticas demostrativas, experimentales y de puesta en obra

Las prácticas desarrolladas durante talleres y seminarios se han realizado en dos estados de la república mexicana. En el Estado de México, municipio Valle de Bravo: localidad San Mateo Acatitlán, incluye el campus UMA y dos viviendas de la zona; localidad Mesa Rica, reserva El Peñón y en el Borbollón, localidad Cerro Colorado. En el Estado de Morelos, municipio de Totolapan, durante la construcción de un centro comunitario.



Figura 4. Prácticas realizadas durante procesos de enseñanza-aprendizaje para la construcción con tierra en Universidad del Medio Ambiente, 2016 - 2021, Valle de Bravo, México

⁵ Wilfredo Carazas Aedo, autor del ejercicio "Test Carazas", arquitecto, investigador asociado al Centro de Investigación en Arquitectura de Tierra de la Escuela de Arquitectura de Grenoble – CRAterre - Unidad de investigación AE&CC, Francia.

Estas prácticas han incluido: fabricación de adobes y bloques de paja-arcilla, revoques de tierra, revoques de cal y estabilización con agua; construcción con los sistemas constructivos: adobe reforzado, bajareque con carrizo, bajareque con vara blanca, bajareque con botellas, tierra ocoxal, tapia y arcos con adobe.

c) Actividades complementarias

Sensibilización - tocar la tierra: primer acercamiento al material disponible bajo los pies; visitas de aprendizaje, en cuyos recorridos se estudian proyectos de arquitectura contemporánea de tierra; recuperación metodológica, para activar los conocimientos previamente desarrollados; y sensibilización de género, en la que se analizan las desigualdades de género y se reconocen las aportaciones de las mujeres en el tema.

En una encuesta realizada en agosto de 2021, en la que participaron el 31% de las personas que cursaron talleres y seminarios durante el período 2016 - 2021, destacan las siguientes valoraciones al respecto:

- al indagar sobre las herramientas didácticas de preferencia, las pruebas de identificación de tierras se colocan en el primer lugar, seguidas de culturas constructivas y criterios básicos para la arquitectura de tierra; en el siguiente nivel de preferencia se ubican taller sensorial, EleménTerre y muestrario de revoques, seguido del test Carazas y muestrario de pinturas;
- con relación a las experiencias prácticas, reconocen como valiosas la elaboración de adobes, seguida del bahareque con carrizo, tapia y revoques y finalizando con tierra ocoxal⁶.

Ambas valoraciones parten del reconocimiento y la importancia de acceder a un aprendizaje vivencial que permite entender y transmitir el conocimiento sintético que despiertan la curiosidad y el entusiasmo, que son capaces de enseñar conocimientos muy específicos de ciencia, arquitectura y experimentación de una manera divertida y con un lenguaje accesible, que promueven el respeto por la tierra y procesos colaborativos.

De esta manera, el modelo educativo de la UMA, en conjunto con herramientas didácticas del laboratorio CRATerre y con métodos de la educación popular que practican varias organizaciones de la Red MAK, promueve saberes tradicionales y conocimiento científico a favor de los sistemas constructivos de tierra.

4.3 Aprendizajes se materializan en iniciativas que transforman los sistemas socio ambientales

Fundamentado en el tercer modelo pedagógico endógeno con énfasis en los procesos, el modelo educativo UMA se centra en que las personas que participan de las experiencias educativas reconozcan la importancia de desarrollarse como agentes de cambio, adentrándose en un proceso de transformación y enriquecimiento personal que les facilite el desarrollo de iniciativas y proyectos que busquen cómo cambiar las prácticas actuales de su disciplina hacia esquemas de sostenibilidad. El modelo de proyectos UMA se inspira en la investigación activa (diseño, acción, evaluación y reflexión), partiendo de proyectos con propósito, para alinear de forma explícita y continua la toma de decisiones al propósito del proyecto. Incluye una perspectiva sistémica, para tener una visión sobre la diversidad de componentes del contexto y las relaciones entre ellos; y se sostiene en un proceso regenerativo, para generar una experiencia que evolucione y retroalimente la persona, las relaciones, el entorno y el conocimiento. De este modo los egresados incluyen propuestas arquitectónicas de tierra y otros materiales locales en proyectos socioambientales que vinculan con el territorio.

Un análisis sobre los proyectos de titulación desarrollados por estudiantes de la Maestría en Arquitectura, Diseño y Construcción Sustentable que participaron de los talleres y/o seminarios de construcción con tierra, concluye que 15 proyectos proponen soluciones

⁶ Nombre en lengua nahuatl que significa "acícula de pino".

arquitectónicas de tierra. Se incluyen como estrategias para atender problemáticas socioambientales relacionadas con la migración, el consumo energético de los edificios, la ausencia de confort y bienestar de las personas, la desvinculación comunitaria y al territorio, y la mala gestión del agua y residuos sólidos. La gran mayoría de estos proyectos proponen infraestructuras para la construcción de centros comunitarios, construcción o mejoramiento a la vivienda, y un porcentaje menor proponen infraestructura para la gestión del agua, espacios educativos, comerciales, públicos y turísticos. Se incluye como principal sistema constructivo el adobe reforzado, seguido de tapia, bloques de tierra compactada, bajareque y cob (bolas de tierra), pacas de paja, también se incluyen mejoras para aplanados (o repellos) y pinturas.

De los proyectos propuestos, al menos el 60% han iniciado o finalizado su implementación. Destaca que el 60% de estudiantes que han propuesto estos proyectos son mujeres, lo que demuestra un mayor porcentaje de mujeres involucradas en la práctica de construcción con tierra. Algunos proyectos han involucrado la participación voluntaria o por intercambio de horas beca⁷, en la que los estudiantes colaboran con los proyectos y ponen a su disposición su experiencia y trabajo para el desarrollo de los mismos. El proyecto Construcción de la obra escuela “Centro Comunitario Totolapan” es un ejemplo de ello. Ubicado en Morelos, México, surgió a raíz del sismo ocurrido el 17 de septiembre de 2017, que provocó la destrucción parcial o total de alrededor de 60% y 40% de las viviendas. Con el fin de crear un espacio para el fortalecimiento de la cultura constructiva local de adobe y desarrollar la resiliencia comunitaria, se han involucrado en su diseño e implementación actores clave de la zona, asesores especialistas y estudiantes de la UMA.



Figura 5. Estudiantes de la UMA colaboran en la construcción de la obra escuela “Centro Comunitario Creativo Totolapan”

Los proyectos se desarrollan y comparten en comunidades de práctica (CoP, por su sigla en inglés), pequeños grupos de estudiantes que aprenden de sus propias experiencias. Eckert y Wenger (2005) definen las CoP como:

Grupos de personas que se reúnen con el fin de compartir ideas, encontrar soluciones e innovar, uniendo sus esfuerzos para el desarrollo continuo de un área de conocimiento especializado [...] colaboran y aprenden unos de otros, cara a cara o de forma virtual, se mantienen unidos por un objetivo común y el deseo de compartir experiencias, conocimientos y mejores prácticas dentro de un tema o disciplina.

Las CoP son centrales en el modelo educativo UMA, llegando a construirse alrededor de diferentes temas y permitiendo el acercamiento a los diferentes contextos en los que se desarrollan los proyectos. A raíz de la sistematización de la experiencia de enseñanza - aprendizaje de la construcción con tierra, se ha conformado la CoP “Construyendo con

⁷ La UMA ofrece becas para el financiamiento de estudios de maestría, a cambio, solicita a estudiantes la colaboración en actividades y proyectos que promueven las diferentes áreas.

tierra", que en su etapa inicial agrupa a 32 personas (59% mujeres y 41% hombres) de las disciplinas de arquitectura, ingeniería, educación, desarrollo sostenible, originarios de México, Alemania, Rumanía, Nicaragua, Colombia, Ecuador, Argentina y Chile y que persigue mejorar la práctica de la construcción con tierra alrededor de una comunidad activa.

5. CONCLUSIONES

Durante la aplicación de aprendizajes en diseño o implementación de proyectos de construcción con tierra, se identifican aspectos claves que facilitan el proceso:

- los lugares cuentan con referencias de edificación en tierra que sirven de modelo y/o impulsan el mejoramiento de los mismos. Encontrar el material en la obra es fácil, los materiales están en el mismo lugar en donde se va a construir;
- encontrar personas con experiencia en el tema para asesorar los proyectos, del mismo modo que disponer de bibliografía clara y sencilla mejora la práctica;
- los procesos de experimentación que se requieren antes de iniciar un proyecto, aportan un espacio de intercambio de aprendizajes que nutre la construcción de comunidad;
- la vinculación de los usuarios al proceso de construcción es fácil, una vez que entienden el valor de construir con tierra y la simplificación de muchos procesos facilita el involucramiento de personas de diferentes, sexos y edades.

El proceso de diseño e implementación de proyectos arquitectónicos presenta algunos desafíos:

- la reglamentación para la construcción con tierra es casi nula, o no se dispone de normativa o no está actualizada, generalmente se usan como referencias normativas de países que han realizado un trabajo tesonero para desarrollarla;
- encontrar la manera correcta de presupuestar y realizar los cálculos estructurales es difícil, hay muy poca bibliografía al respecto y se cuenta con pocos profesionales formados en el tema; esto crea mucha resistencia por parte de los equipos de ingeniería;
- construir con tierra en zonas urbanas, tanto por los permisos de construcción, como por el acceso al material es difícil y muchas veces se vuelve costoso;
- existe resistencia por parte de productores locales para la mejora de los sistemas constructivos y el ejercicio de intercambio de saberes, en especial cuando es una mujer la que está a cargo del proyecto;
- el proceso de experimentación previa y la consolidación de un equipo de construcción requiere tiempo; esto hace que en el corto plazo, los proyectos se perciban como costosos.

La arquitectura de tierra en México vive actualmente un proceso degenerativo vinculado a la pérdida de la tradición constructiva que afecta la calidad de vida de las poblaciones y sus ecosistemas. La transmisión de un conocimiento que se realizaba de generación en generación está desapareciendo y los espacios educativos tienen responsabilidad en ello. Al catalogar la arquitectura vernácula como arquitectura "tradicional" o "popular", en oposición a la arquitectura "académica", se generan diferencias que benefician a una por encima de la otra.

Para que las universidades tengan vigencia, deben encontrar evidencia científica del saber popular, que parte de lo que Santos (2007, p.49) denomina ecología de saberes:

Consiste en la promoción de diálogos entre el saber científico y humanístico que la universidad produce y los saberes legos, populares, tradicionales, urbanos, campesinos, provincianos, de culturas no occidentales (indígenas, de origen africano, oriental, etc.) que circulan en la sociedad.

En este sentido, la aplicación de estos conocimientos debe tener la capacidad de generar procesos de enseñanza - aprendizaje, que se apoyen en herramientas didácticas y experiencias vivenciales para transitar una arquitectura adecuada al contexto y apropiada por sus habitantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Eckert, P.; Wenger, E. (2005). Communities of practice in sociolinguistics: What Is the role of power in sociolinguistics variations? *Journal of Sociolinguistics*, 9, 582-589. <https://doi.org/10.1111/j.1360-6441.2005.00307.x>

EDGE. (2019). Certificación EDGE. Universidad del Medio Ambiente. Recuperado de: <https://edgebuildings.com/project-studies/universidad-del-medio-ambiente/?lang=es&lang=es>

Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía, saberes necesarios para la práctica educativa*. México: Siglo Veintiuno, S.A. de C.V.

Guerrero, L, F. (2007). *Arquitectura en tierra, hacia la recuperación de una cultura constructiva*. Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, México. Apuntes vol. 20, núm. 2

Hagerman, O. (2015). [Entrevista con Oscar Hagerman, arquitecto a cargo del diseño del Campus UMA].

Mang P., Reed B. (2020). Regenerative development and design. In: Loftness V. (eds) *Sustainable built environments*. Encyclopedia of sustainability science and sechnology series. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0684-1_303

Santos, B. de Souza (2007). *La universidad en el siglo XXI. Para una reforma democrática y emancipadora de la universidad*. Uruguay: Extensión Universitaria, Universidad de la República/ Ediciones Trilce

AGRADECIMIENTOS

El equipo autoral agradece a estudiantes de la Maestría en Arquitectura, Diseño y Construcción Sustentable de la UMA quienes colaboraron en el procesamiento de los datos y la elaboración de material gráfico: Lizmayel Hernández Bautista, María Fernanda García Rojas, Andrea Páez Caamal, Adrián Sánchez Martínez y María Alejandra Duque Mena.

AUTORES

Andreea Dani, arquitecta por la Universidad Técnica de Cluj-Napoca, Rumanía y la ENSAG, Francia; maestra en gestión y auditorías ambientales por el Centro Panamericano de Estudios Superiores, México; directora del área de Arquitectura Sostenible de la UMA desde 2016; colabora con la Red MesoAmeri-Kaab en calidad de co-dinamizadora.

Fátima Sánchez Medina, ingeniera-arquitecta, egresada de la Maestría en Arquitectura, Diseño y Construcción Sustentable por la Universidad del Medio Ambiente (UMA) México; colabora con la UMA en México y con Asociación Mujeres Constructoras de Condega (AMCC) en Nicaragua; referente de AMCC en la Red MesoAmeri-Kaab (Red MAK); integrante del consejo de asesores e integrante de la Comisión de género de la Red MAK.

Sandy Minier, arquitecta por la Escuela Nacional Superior de Arquitectura de Grenoble (ENSAG) Francia, con master en arquitectura de tierra y culturas constructivas por el laboratorio CRAterre, ENSAG, Francia; educadora y asesora en construcción con materiales locales por el Instituto Mexicano para el Desarrollo Comunitario AC (IMDEC), Jalisco México; referente del IMDEC en la Red MesoAmeri-Kaab (Red MAK), integrante del consejo de asesores e integrante de la Comisión de género de la Red MAK.

Javier Rodríguez, arquitecto por el Centro Universitario de Arte Arquitectura y Diseño (CUAAD) de la Universidad de Guadalajara (UdG), con master en arquitectura de tierra y culturas constructivas por el laboratorio CRAterre, ENSAG, Francia; educador popular y asesor en construcción con materiales locales por el Instituto Mexicano para el Desarrollo Comunitario AC (IMDEC), Jalisco México; referente del IMDEC en la Red MesoAmeri-Kaab (Red MAK), integrante del Consejo de Asesores e integrante de la Comisión de Gestión Integral de Riesgos de la Red MAK.

Dulce Murillo, arquitecta por la Universidad del Valle de México (UVM); con estudios en la Universidad Europea de Madrid, España y en Santa Fe University of Art and Design, Nuevo México; maestra en arquitectura diseño y construcción sustentable por la Universidad del Medio Ambiente (UMA) México; trabaja en el área de diseño y construcción de Taller AF, Valle de Bravo, México y es docente de talleres y seminarios de construcción con tierra en la UMA.