

TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN CON TIERRA CRUDA

Juan Carlos Patrone y Rodolfo Rotondaro

RESUMEN

En este trabajo se presentan resultados sobre la enseñanza de la construcción con tierra realizada en una diversidad de ámbitos y lugares de Argentina, tales como universidades, instituciones privadas y estatales, barrios, zonas rurales, a personas y grupos de estudiantes, auto-construtores, docentes, empleados municipales y profesionales de la construcción. A través de cursos teórico-prácticos, clases teóricas y talleres de práctica específica, el tipo de enseñanza contempla la formación de alumnos de grado de arquitectura e ingeniería, charlas informativas generales en universidades públicas y privadas, Colegios Profesionales, ONGs y organizaciones barriales, con prácticas específicas en talleres de identificación de suelos y sistemas constructivos para instituciones privadas y estatales, como el curso-taller dictado en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) orientado a futuras normalizaciones constructivas. La experiencia realizada con la difusión del tema en distintos ámbitos y escalas, así como en la formación sistemática de pasantes, alumnos y becarios, logró un impacto favorable en cuanto a información y a la formación de recursos humanos de distintas edades, ocupaciones y ámbitos geográficos, notándose la posibilidad de la reformulación del diseño pedagógico de la enseñanza del tema en función de las distintas realidades y necesidades registradas en cada ámbito de capacitación.

Palabras Clave: Enseñanza, capacitación, normativas, construcción con tierra, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La tierra, junto a la madera y la piedra, fueron los materiales mas usados en la antigüedad para la construcción del hábitat, posteriormente se incorpora el ladrillo cocido, quedando las tecnologías de tierra relegadas para viviendas o construcciones rurales. A partir de la revolución industrial, con producción intensiva de maquinaria y herramientas que permitieron la producción de materiales artificiales o con mejoras tecnológicas, reducción de costos de mano de obra y fletes, utilización de materiales y tecnologías foráneas y la posibilidad de controlar y normalizar los procesos constructivos, se fueron confinando las tecnologías de la construcción con tierra cruda a regiones menos desarrolladas o a poblaciones de zonas semi-desérticas con fuerte arraigo cultural en estas tecnologías.

La cultura del modernismo fue privilegiando lo industrializado sobre lo artesanal y con la incorporación del conocimiento científico tecnológico, el perfeccionamiento de la maquinaria y el transporte, permitió elaborar productos de mayor calidad y menor costo que los artesanales, quedando las artesanías poco elaboradas para el consumo de los pueblos subdesarrollados que no tuvieron acceso a la industrialización. Estos procesos artesanales, cuya transferencia se realizaba en forma oral y empírica, fueron quedando en el olvido, perdiéndose la mano de obra idónea en estas tecnologías.

Hoy nos encontramos ante la visión de zonas devastadas por explotaciones intensivas, ciudades degradadas por la industrialización descontrolada y regiones contaminadas, el sueño del progresismo modernista ha sido puesto en duda por una realidad inocultable.

En este contexto, resurge la construcción con tierra como una tecnología apropiada para un mundo sustentable, tornándose imprescindible la transferencia de estas tecnologías en todos los ámbitos relacionados con la construcción.

OBJETIVOS

Los objetivos principales de estas actividades son los siguientes:

Generales:

- Difundir la enseñanza de los principales aspectos de la construcción con tierra en distintos niveles y ámbitos, con especial énfasis orientado a resolver problemas en el campo de la Producción Social del Hábitat.
- Informar al más amplio nivel sobre las características de la tecnología de la construcción con tierra cruda, sus ventajas comparativas y sus limitaciones, y sus posibilidades en las distintas regiones.

Específicos:

- Introducir a los participantes en los conocimientos generales sobre la construcción con tierra.
- Mostrar los avances y el estado del arte en este campo temático.
- Difundir el conocimiento de tecnologías sencillas y de bajo costo y sus posibilidades de aplicación.
- Realizar prácticas de capacitación sobre las tecnologías de tierra en talleres, con la elaboración de elementos constructivos e identificación de suelos aptos.
- Informar, en ámbitos estatales, las características de la tecnología y sus ventajas de sustentabilidad apuntando a una normalización constructiva.

TRANSFERENCIA EN DIVERSOS ÁMBITOS ACADÉMICOS

La modalidad de la transferencia es variada: una de las posibilidades es a través de charlas o conferencias informativas en universidades públicas y privadas como las realizadas en:

- la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Torcuato Di Tella, para alumnos de grado de la carrera de arquitectura, en la cual se trataron temas sobre un panorama global de la arquitectura de tierra sus ventajas, limitaciones, características, alcance y posibilidades a futuro; y

- la de la Universidad Fasta de San Carlos de Bariloche, conferencia que versó sobre la arquitectura de tierra en general haciendo hincapié en sismo resistencia, características del material y panorama global de la construcción con tierra cruda, en marzo de 2009.

Formación de grado y postgrado en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, FADU-UBA:

Como parte de los objetivos del Programa de Investigación ARCONTI, Arquitectura y Construcción con Tierra, con sede en el Instituto de Arte Americano (IAA), dirigido por el Arq. Rodolfo Rotondaro, se diseñaron y realizan actividades de información y formación de recursos humanos para estudiantes, investigadores y docentes de la Carrera de Arquitectura de la FADU-UBA, desde el año 2005. Las actividades incluyen: la formación de pasantes de grado durante períodos cuatrimestrales, con la posibilidad que el alumno acredite una materia electiva de 60 horas de duración. Los pasantes se incorporan a las tareas de investigación del Programa con un plan específico de trabajo, el cual incluye tareas de investigación bibliográfica, sistematización de información, taller de identificación de suelos y elaboración de monografía final (Martins Neves 2004). Los pasantes pueden estar dentro del Programa un máximo de dos cuatrimestres. Las monografías integran un bao de datos dentro del IAA de la FADU-UBA.

Seminarios FI, Formación en Investigación, Programa de la SI-FADU-UBA

Desde 2006, en el marco del Programa FI, se realizan cursos con clases teóricas y talleres en seminarios de investigación del sistema de formación de investigadores de la Secretaría de Investigación de la FADU-UBA (Seminarios FI); entre ellos, tuvo lugar el seminario “Puna y Arquitectura”, que dirige el Arq. Jorge Tomasi (CONICET), dictados por los autores.

En 2008 se dictó un seminario específico titulado “Arquitecturas de tierra: Pasado y presente de una tradición constructiva”, con la participación de los siguientes docentes: la Dra. Arq. Graciela Viñuales, Centro Barro-CEDODAL/CONICET; el Dr. Prof. Arq. John Martin Evans, Centro CIHE-SI-FADU-UBA; el Arq. Jorge Tomasi, Instituto Interdisciplinario Tilcara/CONICET y los autores, Terrabaires. El curso estuvo dirigido a estudiantes avanzados y graduados de las Carreras de Arquitectura y Ingeniería Civil, y de profesiones afines a las ciencias de la construcción, contando con la participación de 22 alumnos. El contenido temático del seminario incluyó aspectos referidos a la historia y conservación del patrimonio, el panorama general global y latinoamericano, el panorama argentino, estudios de caso, ensayos, identificación de tierras, estabilización, sistemas constructivos, aspectos higró-térmicos y enseñanza.

Formación de Becarios CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Argentina.

Desde 2003, dentro del Programa ARCONTI, IAA-FADU-UBA, tienen sede proyectos de investigación de profesionales arquitectos que obtienen una beca doctoral de tres años de duración, dirigidos por R. Rotondaro. Las becas tratan temas de investigación científico-tecnológica referidas al estudio de patologías constructivas de la edificación con tierra, Arq. Rodrigo Ramos, Noroeste Argentino; diseño y experimentación de componentes y elementos constructivos para mejorar la vivienda urbana del Gran Buenos Aires, Arq. Alex Schicht; sistemas de muros tierra de la vivienda del Noroeste Argentino y propuestas para sistemas monolíticos, Arq. Josefina Chaila; y el estudio de patrones constructivos y organización espacial en valles y quebradas de La Rioja, Arq. Guillermo Rolón.

Todas las becas tienen como exigencia la realización de una Tesis Doctoral, que habitualmente es realizada con el mismo tema y partir del plan de investigación elaborado para la beca (Guerrero Baca y otros 2006).

Participación en Celebratierra Paraná, Santa Fe, 2008.

En agosto del 2008 se realizó el encuentro "Celebratierra. Tecnologías alternativas de bajo impacto ambiental", en las Ciudades de Santa Fé (Santa Fé) y Paraná (Entre Ríos), organizado por la UTN, Facultad Regional Santa Fé, la UNL, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, el Colegio de Arquitectos de Santa Fé Distrito 1, el Colegio de Arquitectos de Entre Ríos y la Biblioteca Popular Caminantes de Paraná. En este encuentro se participó con dos tipos de actividad: un taller de reconocimiento de tierras con ensayos sensoriales (rotatorio con los otros talleres del encuentro), y una charla sobre difusión general de distintas obras construidas con tierra en Argentina. La modalidad de Celebratierra fue la de organizar prácticas intensivas con un grupo de instructores internacionales (Roberto Mattone y Gloria Passero, Italia; Celia Neves, Brasil; Ramón Aguirre, México; Rosario Etchebarne, Uruguay; y Mario Boruchalsky y Rotondaro por Argentina), acompañadas por charlas y exposiciones en ámbito académico (Figura 1).



Figura 1 – Reconocimiento de suelos, Celebratierra.

El encuentro tuvo la coordinación general del Ing. Ariel González, UTN Santa Fé, Frontera, y contó con la asistencia y participación de constructores, alumnos universitarios avanzados, arquitectos, ingenieros, geólogos, y personas vinculadas a organizaciones sociales diversas, provenientes de varias provincias argentinas y países vecinos.

TRANSFERENCIA EN INSTITUCIONES PARTICULARES

Curso-taller en San Carlos de Bariloche, Pcia. de Río Negro.

Los Cursos-Taller "Construcción en tierra", San Carlos de Bariloche 19 al 21 de Febrero y 13 al 15 de Marzo de 2009, fueron organizados y difundidos por el Grupo Construcción Natural Bariloche. La coordinación general estuvo a cargo de Sandra Peitsch, Marianela Romero, Carlos Fernández y el Arq. Alvaro del Villar.

Colaboraron las Escuelas Fundación Gente Nueva y Cailén, con instalaciones, materiales, herramientas, equipo de proyección, y el INTA de Ing. Jacobacci con el transporte de la bloquera CINVA-RAM. Se contó con el apoyo financiero de la Municipalidad de San Carlos de Bariloche, quién además declaró de interés municipal el Curso-Taller (Declaración N° 1387-CM-09 de fecha 5 de Marzo de 2009). El grupo docente estuvo integrado por los autores y la Arq. Liliana Alvarez. Las actividades se desarrollaron en dependencias cubiertas y abiertas de las Escuelas Fundación Gente Nueva y Cailén. Participaron entusiastas, auto-construtores, ceramistas, estudiantes universitarios, maestros rurales, arquitectos e ingenieros residentes en San Carlos de Bariloche y zonas rurales próximas, Figuras 2 y 3. Participaron también grupos de alumnos de 6° y 7° grado de la Escuela Cailén en la preparación de tierras y pastones de barro con fibras para fabricar adobes.



Figura 2 – Cortando adobes



Figura 3 – Taller en Fundación Gente Nueva

La modalidad de realizar la capacitación con énfasis en las prácticas constructivas pero con apoyo teórico sustentado por conocimiento científico-técnico fue la adecuada para tratar el tema, en particular por la situación de Bariloche en cuanto a su localización en zonas con riesgo sísmico 2. Hubo comprensión de la importancia de la ubicación y selección de tierras, tanto como de los controles de calidad durante la fabricación y secado de los mampuestos así como también de la quincha rústica elaborada, con manifiesto interés por parte de los alumnos de continuar trabajando de manera organizada en la ciudad, como así también de mejorar la capacitación de técnicos y profesionales de los organismos públicos.

Talleres de capacitación en el monte santiaguense.

Durante 2008 y 2009 se realizan talleres de capacitación a pobladores rurales campesinos en el paraje San Jorge, Departamento Figueroa, en la Provincia de Santiago del Estero. La actividad forma parte del proyecto de la Fundación Pilotos Solidarios titulado “Sistema de captación y almacenaje de agua de lluvia en zonas áridas”, dentro del cual se contemplan tareas de información y capacitación para formar auto-construtores locales y permitir la construcción de un prototipo del sistema en una vivienda existente, Figura 5, con participación de beneficiarios directos. La capacitación se concentró hasta el momento en el estudio de recursos materiales y humanos locales, la identificación de las tierras y mezclas, y la fabricación de adobes tradicionales con tierras arcillosas y fibras (“pasto” y estiércol de caballo), Figura 4.



Figura 4 – Producción de adobe



Figura 5 - Construcción cisterna

En las capacitaciones participan dos familias, una de ellas beneficiaria directa y una organización social de tejedoras de la zona, las Warmis Yamcadoras (Asociación Civil). Las prácticas incluyen la formación necesaria para que la gente pueda reconocer las diferencias de las distintas tierras locales, mezclas de tierras y tierras con fibras en distintos porcentajes en volumen, y la fabricación de adobes tradicionales con pisadero dejando reposar el barro dos días y empleo de moldes manuales simples de madera dura.

Transferencia y capacitación en ONG y Organizaciones Barriales.

En el centro vecinal El Progreso, Bancalari, Provincia de Buenos Aires, coordinado por la ONG SEDECA (Secretariado de Enlace de Comunidades Autogestionarias) a través del sociólogo Julio Clavijo, se llevó adelante el montaje de una fábrica de BTC en el año 2004, con el fin de generar alternativas constructivas de bajo costo y empleo local. Colaboraron el Arq. Carlos Otegui de “OyS arq” y Oscar Serrano presidente de la Asociación Civil El Progreso. La primera fase se realizó con la modalidad de un taller teórico práctico para capacitar vecinos en la producción de bloques de suelo cemento. Se realizaron pruebas sensoriales con tierra “tosca”, con el fin de familiarizarse con la materia prima y se compró una bloquera manual del tipo CINVA-RAM. Realizado el taller de producción de bloques, desde SEDECA se propuso capacitar a los responsables en la organización técnica de la producción, en la comercialización, distribución y mercadeo.

Se capacitó para el cálculo del precio del producto, el precio de venta y los registros indispensables para el funcionamiento del emprendimiento. Se planificó un entrenamiento sistemático para la transformación de la tierra en bloques, capacitándose en las tareas conducentes a ese fin. Se capacitó para la construcción de paredes de bloques de suelo cemento, con la técnica tradicional de la mampostería con las cuales se construyó el cierre perimetral del salón de la Asociación Civil El Progreso.

Todo el proceso de capacitación incluido revoques, protecciones superficiales y organización de la producción, estuvo a cargo de R. Rotondaro. Desde SEDECA y con el apoyo del centro vecinal, se implementó una línea de microcréditos para los vecinos, con cuotas muy bajas, para la venta de 500 bloques por familia. Resultado de esta actividad se vendieron más de 3000 bloques y por autoconstrucción se realizaron distintas ampliaciones y mejoras en casas de los vecinos adscriptos al plan. (Rotondaro 2004).

TRANSFERENCIA EN INSTITUCIONES ESTATALES

Curso-taller en La Rioja.

Se tituló “Arquitectura en tierra. Tradiciones, patrimonio y desarrollo sustentable” y se realizó en las ciudades de La Rioja y Vinchina, provincia de La Rioja, del 26 al 28 de Octubre de 2006. Fué organizado por el Gobierno de La Rioja a través de la Subgerencia de Patrimonio Cultural y Administración de Museos y la Agencia de Cultura, con el apoyo de la Universidad Nacional de La Rioja, Departamento de Ciencias Aplicadas a la Producción, al Ambiente y al Urbanismo, y del Arq. Luis A. Orecchia, titular de la Asociación Pro-Patrimonio-La Rioja. Las actividades incluyeron clases teóricas intensivas durante dos jornadas en la ciudad de La Rioja (Agencia de Cultura), y un taller de campo que se desarrolló mediante una recorrida hasta la localidad de Vinchina visitando distintas obras de tierra (viviendas, construcciones domésticas, Iglesias) y relevamientos de construcciones de tierra en Vinchina. En esta localidad se contó con el apoyo organizativo del municipio local, el sábado 28.

Se contó con la participación de 42 alumnos a las clases teóricas y 15 alumnos para el taller de campo. Participaron arquitectos, ingenieros, geógrafos, alumnos avanzados de la carrera de arquitectura y alumnos de colegios técnicos de La Rioja (Figura 6). Contó con la colaboración del Sub-Secretario de Cultura de Catamarca, Arq. Omar Toledo, quién mostró los avances del proyecto La Ruta del Adobe en la vecina provincia, y también aportó su experiencia como colaborador en el trabajo de campo. En el taller de campo se realizó un relevamiento del estado del edificio de adobe de la primera escuela de Vinchina, en área urbana, registrándose imágenes de conjunto y parciales del edificio, para poder elaborar un pre-diagnóstico de la patología presente (Viñuales 2005).



Figura 6 – Edificio en Vinchina

Curso-taller de capacitación teórico-práctica, INTI.

En el transcurso del año 2009 surge una vinculación con el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, quienes convocan a los autores para publicar en su periódico de divulgación mensual “Saber cómo” el artículo “La Construcción con Tierra, una Tecnología posible para el Hábitat” incluido en el N° 76 de mayo del 2009.

Posteriormente, el Arq. Ricardo Jeifetz, del Departamento de Construcciones, convoca a una reunión donde plantea la realización de un curso de capacitación para personal del INTI, elaborándose así una propuesta, la cual fue aprobada fijándose un calendario para la realización del mismo.

El curso de capacitación intensiva con clases teóricas y prácticas constructivas para conocimiento básico de materiales, elementos constructivos, manejo de equipamiento y proyecto, fue dictado del 16 al 20 de noviembre, 5 jornadas de 7 horas distribuidas en 10 horas de clases teóricas y 25 horas de practica, con el siguiente contenido temático:

- Introducción al tema Construcción con Tierra y hábitat, conceptualización, distribución y alcances, relación con la sustentabilidad, ventajas, limitaciones, prejuicios y el estado actual del conocimiento en Argentina.
- El material base y sus propiedades. Componentes de un suelo. Ensayos: sensoriales, simples mecánicos, normalizados. Estados hídricos. Plasticidad. Identificación. Compactación y estabilización de la tierra (tipos y efectos). Criterios de selección.
- Sistema de mampostería con bloques de adobe. Características del material y del componente básico. Medidas, moldería, mezclas, mano de obra, unidad de producción. -Características del elemento constructivo muro. Morteros. Terminaciones. Resistencias mecánicas. Patología (lesiones más comunes).
- Sistema de mampostería con bloques de tierra comprimida. Ídem anterior, prensas.
- Sistema de muro con tierra comprimida. Ídem anterior.
- Sistemas de muro con entramados. Características de los materiales. Posibilidades de diseño. Medidas, prefabricación, mano de obra, unidad de producción. Características del elemento constructivo muro. Terminaciones. Patología (lesiones más comunes).
- Producción. Producción en distintos ámbitos y escalas. Gestión. Criterios para el análisis de costos. Materiales y mano de obra. Revisión general de la normativa.
- Aspectos higro-térmicos. El proyecto en diferentes climas.

Las actividades se desarrollaron dentro del predio del INTI en un espacio cubierto para las clases teóricas y los prácticos, se contó con la participación de 25 profesionales y jóvenes estudiantes de distintos Departamentos del INTI, y estudiantes invitados de otras instituciones, Figuras 7 a 11.



Figura 7 - Fabricando BTC



Figura 8 - Estiba de adobes

Se desarrollaron prácticas sobre:

- Identificación a partir de ensayos sensoriales. Ensayos sensoriales de suelos. Textura, color, sedimentación simple, cohesión, exudación, lavado de manos, brillo, resistencia en seco. Pruebas de contracción lineal y volumétrica. Registro de datos. Análisis parcial de resultados.
- Fabricación de bloques de adobe. Preparación de materiales y obrador. Fabricación de distintas mezclas (tierra, arena, fibras, agua). Fabricación de adobes con distintas mezclas. Condiciones de secado.
- Fabricación de bloques de tierra comprimida. Preparación de materiales y obrador. Preparación y utilización de la prensa. Mantenimiento. Preparación de mezclas (tierra, arena, cemento, cal hidratada, agua). Fabricación de bloques con distintas mezclas. Curado y secado.
- Fabricación de tapias. Preparación de material y obrador, preparación y utilización de encofrados, mantenimiento, preparación de mezclas, fabricación de tapias y condiciones de curado y secado.
- Fabricación de placas de entramados. Preparación de materiales, mezclas y placas, colocación de relleno, condiciones de secado, colocación 1ra. capa de revoques y preparación de segunda capa de revoques.
- Evaluación de ensayos, interpretación de los mismos y evaluación integral de prototipos construidos.



Figura 9 – Haciendo tapial



Figura 10 – Tapial



Figura 11 - Entramados

Durante el desarrollo del curso, fue creciendo la integración y el interés de los participantes responsables de áreas del Instituto, en la realización de posteriores ensayos y continuar con la construcción de nuevos prototipos de diversas características para someterlos a posteriores ensayos. Se propuso el estudio conjunto de un plan a futuro con distintos departamentos y la realización de próximos cursos.

CONSIDERACIONES FINALES

La estrategia para la formación de recursos humanos que tiene el programa ARCONTI, en sociedad con el Grupo Terrabaires (www.terrabaires.com), es la de informar y formar a distintas escalas y niveles y en distintos ámbitos geográficos de Argentina, a personas interesadas en la temática de la Arquitectura y la Construcción con Tierra. El diseño de la

formación y transferencia de conocimientos y técnicas se ajusta de acuerdo con el grupo o entidad demandante, y está enfocada en una formación que contemple tanto aspectos de la tecnología de construcción con tierra como también sobre los mitos a favor y en contra que existen actualmente, y en general sobre el gran desconocimiento que existe en el tema.

Otra de las tareas que se realiza para apuntalar la formación es la publicación y la presentación de resultados sobre la enseñanza de la construcción con tierra en jornadas y congresos de alcance nacional e internacional, y al interior de las Facultades de Arquitectura y Diseño de Buenos Aires, Tucumán, Mar del Plata y Santa Fe.

Después de más de una década de realizar tareas de formación de recursos humanos en diversas regiones de Argentina, una de las conclusiones principales es que hay tanto desconocimiento como interés en el tema, y que potencialmente se podrían realizar aportes valiosos tanto en la auto-construcción popular como en la acción estatal.

Desde el punto de vista pedagógico y del diseño de los cursos, talleres y clases, la conclusión más importante es que tanto las prácticas y el conocimiento de las tierras y su comportamiento con distintos estados hídricos, el apoyo teórico con reflexión, basado en antecedentes empíricos y en conocimiento científico-tecnológico, es la mejor combinación de saberes para abordar la enseñanza de este tema en un país como Argentina, con tanta diversidad cultural y ambiental.

REFERENCIAS

Guerrero Baca, Luis F., Meraz Quintana, Leonardo; Soria López, Francisco (2006) *Lecciones de la Tradición Constructiva en Tierra*, V SIACOT.

Martins Neves, Celia (2004) *Mecanismos para Transferencia de Tecnología para Habitación e a Experiencia do Proyecto Proterra*, Memoria III SIACOT - Proyecto Proterra XIV.6; CRIATIC FAU-UNT.

Rotondaro Rodolfo, Alvarez Liliana (2005) *Capacitación para la Producción de BTC en la Selva*, Construcción con Tierra 1, CIHE-SI-FADU-UBA, Buenos Aires, ISSN 1669-8932

Rotondaro Rodolfo (2007) *Transferencia Tecnológica en el Hábitat Popular de Argentina*, Construcción con Tierra 3, CIHE-SI-FADU-UBA; IAA SI FADU UBA, Buenos Aires, ISSN 1669-8932.

Viñuales Graciela (2005) *La Arquitectura de Barro y la Conservación del Ambiente*, Construcción con Tierra 1, CIHE-SI-FADU-UBA, Buenos Aires, ISSN 1669-8932.