

# Investigar, formar, capacitar y transferir.

## Los grandes desafíos de la arquitectura y construcción con tierra

*Lucía Esperanza Garzón,  
Célia Maria Martins Neves*

El uso de la tierra como material de construcción se remonta a épocas cuando el hombre sintió la necesidad de construir su abrigo con los materiales ofrecidos por la naturaleza. En el Antiguo Testamento, varios siglos antes de Cristo, se encuentran referencias sobre la fabricación de adobes con los cuales los egipcios levantaron probablemente muchos de sus edificios y monumentos (Éxodo 5, 18). Todavía en Egipto, bloques de adobe fueron usados por primera vez para la construcción de arcos y domos.

Las técnicas de construcción con tierra han demostrado su versatilidad a través de los siglos. En todos los rincones del mundo, la construcción con tierra siempre estuvo presente, pasando por las debidas adaptaciones técnicas y culturales para atender las necesidades del hombre y de su ambiente construido. Los antiguos supieron cómo explorar las buenas propiedades de la tierra para utilizarla en bellísimas construcciones. El conocimiento y la habilidad necesarios para construir con tierra fueron transmitidos progresivamente a otras regiones.

En la Península Ibérica, las técnicas de construcción con tierra, introducidas por los romanos, fueron enriquecidas por los árabes. Libros publicados en 1870 describen varias estructuras de tierra para fortificaciones en el área de Valencia, España, que habían sido levantadas hace dos mil años (Cytryn, 1959).

En las Américas, los métodos de construcción con tierra existieron desde épocas remotas,

en forma totalmente independiente. Las ruinas comprueban que la construcción con tierra era practicada en gran escala en esta parte del mundo, especialmente en Perú, México y en el suroeste de los Estados Unidos, regiones más favorecidas por sus características de clima caliente y seco. En Joya de Cerén, El Salvador, fue encontrada una edificación de tapia que fue cubierta de cenizas volcánicas en 600 d.C. (Habiberra, 1994).

Las técnicas nativas se unieron a las técnicas traídas por los colonizadores portugueses y españoles, y por los africanos. Con numerosas combinaciones entre ellas, se adaptaron y se organizaron las formas más adecuadas de construir.

En el Brasil, donde las construcciones con tierra constituyen la gran mayoría de la arquitectura colonial, el proceso constructivo fue traído seguramente por los portugueses y africanos. No se tiene noticia de que los indígenas hubiesen empleado la tierra como material de construcción (Milanez, 1958).

### Avances de la tecnología

Las primeras noticias sobre la formulación de una tecnología de construcción con tierra provienen del final del siglo XIX, cuando también se iniciaron programas de investigación científica sobre el asunto. Ya en el siglo XX, a partir de los promisorios resultados obtenidos del comportamiento



**Figura 1:**  
*"Todas las manos todas...actitud y cambio para volver a la tierra".*  
 Primer taller en Mérida, Venezuela, 2006.  
 Autor:  
 Lucía Garzón.



**Figura 2:**  
 Palomares en Castilla y León, España.  
 Fuente:  
 Habiterra 1995, p. 69.

**Figura 3:**  
 Ciudad de Chan Chan, Perú.  
 Autor:  
 Delmy de Hércules.



**Figura página anterior:**  
 Muro de bahareque construido en el taller de TerraBrasil 2006, Brasil, 2006.  
 Autor:  
 Cristina Erdelyi.



de mezclas compactadas de tierra y cemento, se desarrollan también investigaciones sobre el uso de suelo estabilizado con aglomerantes químicos para fabricación de ladrillos y bloques comprimidos, hoy denominados BTC.

En el siglo XXI, el uso de la tierra en la construcción de edificaciones retorna como un gran actor en el escenario de la sustentabilidad, agregando, más allá de las investigaciones en materiales y técnicas constructivas del pasado reciente, otras dedicadas a la producción del ambiente construido en armonía con el ambiente natural.

El uso de la tierra en la construcción se puede clasificar en tres niveles:

- la supervivencia de los sistemas constructivos más primitivos generados por la carencia en que viven algunas poblaciones, comprobando que la arquitectura y construcción con tierra es una tecnología "viva" y que, en algunas situaciones, es la única opción del individuo o de las comunidades para construir su cobijo;
- las investigaciones e incentivos de profesionales e instituciones comprometidas con el tema para el uso de técnicas innovadoras coherentes, caracterizadas por la simplicidad, la eficacia y el bajo costo;
- y, más recientemente, se constata la búsqueda y la oferta para formación, entrenamiento y capacitación, probablemente estimulados por los nuevos paradigmas de la construcción sostenible.

### Notas históricas

Las contribuciones para el avance de las tecnologías de construcción con tierra son innumerables y vienen de todas las regiones del mundo, de profesionales de diversas áreas, estimulados, creativos y extremadamente dedicados. En los países iberoamericanos, principalmente en el continente americano, existe un intenso y arduo trabajo de esos especialistas en la búsqueda de perfeccionar e incentivar el uso de la tierra como material de construcción (Neves, 1995).

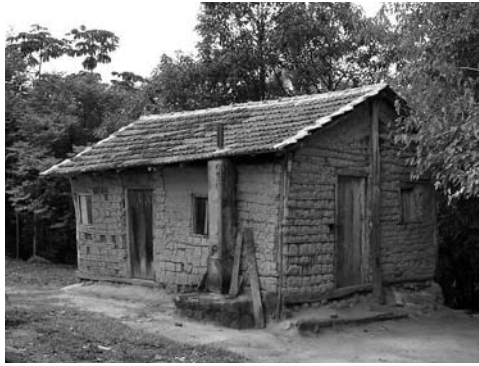
En la década de 1950, por ejemplo, el Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento de Colombia realizó un interesante programa de investigación y construcción con tierra, desarrollando un modelo bastante simple de una prensa

manual para fabricación de bloques de suelo-cemento, hoy muy conocida por la denominación CINVA RAM. Además de desarrollar actividades de construcción comunitaria en programas de ayuda mutua, el CINVA publicó *Suelo-Cemento: su aplicación en la edificación* (Colombia, Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento, 1963), que es un clásico sobre el tema.

Ya en la década de 1970, la Pontificia Universidad Católica, PUC, del Perú inició un intenso trabajo de investigación sobre el comportamiento de las construcciones en adobe frente a las solicitaciones provenientes de sismos y desarrolló técnicas constructivas adecuadas, principalmente relacionadas con los refuerzos de las paredes. En 1977, el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda, ININVI, incorporó el uso del adobe en la reglamentación de construcciones como parte de las Normas de Proyectos Sismo-Resistentes. En 1985 el Ministerio de Vivienda y Construcción aprobó y publicó la norma Adobe (Perú, 2000), incorporándola a las Normas Técnicas de Edificaciones; esta publicación, revisada en el año 2000, es referencia por excelencia para los especialistas que actúan en esta área. Actualmente esta norma está en fase de revisión y ampliación, con la incorporación de otras técnicas constructivas y de acuerdo con el avance de las investigaciones desarrolladas en los últimos seis años.

Además de la PUC del Perú, hay que resaltar el trabajo del ININVI, el cual investigó diversas técnicas de construcción y publicó una serie de manuales muy didácticos para difundir estas técnicas. El ININVI fue extinto y su acervo bibliográfico fue transferido al Centro de Investigación, Documentación y Asesoría Poblacional, CIDAP; sin embargo, muchos de sus profesionales continúan investigando y enseñando en universidades. Es de resaltar la actuación de la Universidad Nacional que ha realizado proyectos de transferencia tecnológica con comunidades diversas donde se hace aplicación de las investigaciones realizadas.

En Brasil, los estudios de construcción con tierra realizados en las décadas de 1970 y 1980 fueron dirigidos especialmente al uso del suelo estabilizado. Con el apoyo de los institutos de investigaciones, se dispone de un volumen significativo de conocimientos sobre suelo-cemento, suelo-cal y suelo-“borra de carbureto” – residuo industrial resultante de la producción del acetileno–, junto con trece normas técnicas publicadas relativas al uso



**Figura 4:**  
*Cobijo de bahareque en Brasil.*

**Autor:**  
Obede Borges Faria,  
2005.



**Figura 5:**  
*Fabricación de adobe por un campesino en Chile, 2006.*

**Autor:**  
Lucía Garzón.



**Figura 6:**  
*Estudio sobre empleo de biomasa de macrófitas acuáticas en la producción de adobes – Ensayos de adobe. Universidade Estadual Paulista, Bauru.*

**Autor:**  
Obede Borges Faria,  
2006.



**Figura 7:**  
*Seminario Taller en Ouro Preto, Brasil, 2006.*

**Autor:**  
Cristina Erderlyi.



**Figura 8:**  
*Estudio del efecto de sismos en edificaciones, PUC del Perú, 2005.*

**Autor:**  
Rafael Mellace.

del suelo-cemento. Las técnicas empleadas están constituidas básicamente de ladrillos y bloques comprimidos –BTC–, fabricados en equipamientos manuales o automáticos, y paneles moldeados en el local (Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, CEPED, 1984). Un levantamiento realizado en 1990 confirmó la existencia de más de 70.000 m<sup>2</sup> de área construida con suelo-cemento en Brasil (Neves, 1993). En la década de 1990, se inició un fuerte movimiento para la utilización del escombro reciclado en la fabricación de ladrillos y bloques de suelo y escombro estabilizados con cemento.

En Paraguay, en la década de 1980, el Centro de Tecnología Apropriada, CTA, se dedicó a investigaciones relativas a la habitación popular. Implantó un interesante trabajo para mejorar las viviendas en el área rural, principalmente las de bahareque –quincha, estanqueo, fajina, etc.–, mirando la eliminación de la temible vinchuca –pito– que habita las casas y cercanías, responsable de la transmisión del “mal de Chagas”. Diversas publicaciones sobre técnicas de construcción con tierra y mejoramiento de viviendas fueron elaboradas y distribuidas por el CTA, especialmente manuales prácticos de construcción. Debido a los cambios en las directrices de las políticas públicas relativas a la vivienda popular, el arduo trabajo de investigación y transferencia de tecnología realizados por el CTA no tuvo continuidad.

En España, merece destacarse el trabajo adelantado por la organización no gubernamental Inter-Acción, Amigos de la Arquitectura Autóctona y Tradiciones Populares, que dirige sus investigaciones al pueblo abandonado de Navapalos, próximo a Burgo de Osma en la provincia de Soria. Inter-Acción busca rescatar las técnicas tradicionales de arquitectura rural española, inclusive las técnicas constructivas en tierra, y la autonomía energética. Contando con la contribución de especialistas de varios países en las más diversas áreas, Inter-Acción restaura las construcciones existentes en el pueblo, donde se destaca especialmente la casa Pinariega. Desde la década de 1980, Inter-Acción promueve anualmente cursos y encuentros técnicos. Se identifica hoy Navapalos como un centro de intercambio de tecnologías autóctonas relacionadas con el hábitat en el más amplio sentido.

En Argentina, la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán inició un movimiento en la década de 1990

que culminó con la creación del Centro Regional de Investigaciones sobre Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATIC, en 2002. Asociando proyectos de investigación para la arquitectura y construcción con tierra, la transferencia de conocimientos, la extensión extrauniversitaria y la formación interdisciplinar de recursos humanos, el CRIATIC emerge como un centro operativo de investigación y formación en Latinoamérica (Mellace, 2003).

Actualmente en todos los países iberoamericanos existe gran tendencia a elaborar y publicar normas técnicas para la producción de edificaciones en tierra. Además de la revisión y la ampliación de la norma peruana (Perú, 2000), fue publicada la norma técnica colombiana sobre bloques de suelo-cemento para muros y divisiones (Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC, 2005).

Paralelas a todas las investigaciones de innovación de la arquitectura y construcción con tierra, siguen las investigaciones para la preservación del patrimonio, cuyas observaciones y registros del antiguo, principalmente de aquellas construcciones que bien sobrevivieron a los siglos, contribuyen significativamente para la mejoría de los sistemas constructivos contemporáneos.

En los últimos años, se constata la saludable integración entre los diversos organismos de investigación en Iberoamérica, independiente de su especificidad: innovación tecnológica, preservación del patrimonio, transferencia de tecnología, formación y capacitación.

Además, también se verifica la integración de los diferentes profesionales en las investigaciones y otras acciones en este tema. Merecen destacarse las recientes publicaciones portuguesas: *Arquitectura de Terra em Portugal* (2005) –que reúne 61 artículos de 54 autores cuyos temas pasan por las tecnologías a los materiales, de la historia y arqueología a la antropología, de la conservación a la investigaciones, de los oficios tradicionales a la arquitectura contemporánea– y *Terra: Forma de Construir* (2006) –que contiene veinte artículos de investigaciones interdisciplinarias en el ámbito de la arquitectura, la antropología y la arqueología–.

El hecho de que estas técnicas no sean masivas y hoy se presenten marginalmente se debe a las exigencias del mercado de materiales y al sistema de producción industrializado del hábitat. Aunque, en el presente siglo, la tierra como material crudo haya tomado gran importancia



dentro de la valoración de la arquitectura y la construcción ecológicas y sostenibles, la formación y la transmisión del conocimiento sigue siendo una suma de voluntades.

## Educación y formación

Durante muchos siglos, la transferencia de información relacionada con la construcción con tierra y la forma de aprender estas técnicas se realizaron de forma directa entre los portadores de las prácticas; el medio de difundirlas fue por tradición oral. Pocas culturas dejaron testimonios escritos sobre cómo mantener estos saberes. La memoria se guardó en las descendientes y en las obras que perduraron en el tiempo.

La perpetuación de las culturas se mantuvo “de boca en boca” y la técnica “de mano en mano”, conservada a través de las diferentes generaciones, como muchas otras manifestaciones de la expresión cultural. Hoy, ante los cambios en los sistemas de producción, consumo y mercado, y en especial, con los grandes avances tecnológicos y con las nuevas formas de comunicación, se hace necesario replantear la difusión del conocimiento acumulado durante siglos y adicionarle las innovaciones e investigaciones que, gracias al desarrollo científico, han causado una gran evolución en muchos países.

En relación con la educación, ocurren básicamente dos líneas de acción, diferenciadas por los siguientes temas:

- En el área de conservación y preservación, se constata el fortalecimiento de cursos de especialización, formales y regulares, en las escuelas de nivel técnico y en las universidades, principalmente en cursos de postgrado.
- En la arquitectura y construcción en el ámbito de contemporaneidad, se verifica la realización de cursos localizados y de carácter irregular. Estos cursos de naturaleza informal dedicados a la construcción contemporánea se presentan debido al auge de la exploración de la tierra y son un laudable esfuerzo de algunos profesores con apoyo de instituciones, públicas o privadas, y de otros profesionales dedicados al tema.

Por eso, se verifica hoy en Iberoamérica un número expresivo de profesionales capacitados en restauración de edificaciones y conservación



**Figura 9:**  
*Curso-taller en Venezuela, 2006.*  
**Autor:**  
Lucía Garzón.

de monumentos, y pocos profesionales capacitados en el uso de tierra como material de construcción para la producción de edificaciones, inclusive viviendas de interés social. Este hecho repercute de forma negativa en el tema, ya que son pocos los profesionales capacitados actuando en la definición de políticas públicas, en la evaluación de proyectos o en la producción de vivienda.

Como resultado, los documentos didácticos para construcción contemporánea son pocos, pues cada profesor prepara su cartilla o material y apenas los divulga con sus alumnos; la bibliografía se proyecta y dispone solamente en algunas bibliotecas particulares.

Otra modalidad de formación, muy usual actualmente, consiste en la capacitación de personas de todos los niveles de educación en cursos-taller o en proyectos específicos que miran la transferencia de tecnología de una o más técnicas constructivas. Estos cursos-taller o proyectos son realizados por centros de formación o por profesionales independientes con considerable experiencia en las prácticas de construcción. Una de las ventajas de estas actividades es que los asistentes están motivados y muy interesados en aprender a construir con la tierra. En otros casos, la capacitación de personas es un objetivo de proyectos dirigidos a las comunidades para estimular la valorización de su forma tradicional de construir y enseñar a las personas las prácticas más actualizadas, cuando los antiguos maestros locales expertos han desaparecido.

Otra ventaja de este tipo de formación es su versatilidad pedagógica, que se ajusta con más facilidad a los materiales disponibles y a las necesidades, al grado de educación y a la cultura de los participantes o asistentes.

## Escuelas y centros de formación

De acuerdo con las experiencias que se han desarrollado en los diferentes continentes, a partir de Hassan Fathy (1900-1989) se inicia un proceso de formación con maestros de obra y población interesada. Muchos de los antecesores rescataron la sabiduría local y, por ser de origen africano y oriental, fueron portadores de tradiciones constructivas, recuperando la sabiduría ancestral y manteniendo vivos muchos conocimientos sobre el material.

Posteriormente, en los años 1970 se destaca el trabajo de CRATERRE, a través de la Universidad de Grenoble, Francia. Esta institución ha realizado durante varias décadas un trabajo sistemático de enseñanza y capacitación de profesionales, sensibilización con los profesionales y con comunidades, y proyección de la tierra como material de construcción en el ámbito de la contemporaneidad. Esta escuela, que se inserta dentro del programa de formación universitaria, ha sido uno de los escenarios de formación para muchos profesionales inquietos en el tema en Europa y para algunos profesionales del resto del mundo, tanto arquitectos como ingenieros, que han empezado a proyectar el tema en otros ambientes regionales.

En España, Navapalos es un lugar donde se imparte formación a través de talleres eventuales, como los de verano, permitiendo la transmisión de este conocimiento.

Simultáneamente en varios países, desde hace un par de décadas, se está considerando e introduciendo el tema de la tierra como materia dentro de las clases electivas. Esto ha permitido lentamente iniciar un proceso de sensibilización profesional que, sumado al paradigma de arquitectura sostenible y de la línea "natural", viene abriendo nuevos espacios de investigación y de materialización. En algunos proyectos de extensión se realizan transferencias.

En Brasil, las investigaciones sobre la arquitectura y construcción con tierra son más numerosas que las instancias de formación de profesionales, tanto para la arquitectura contemporánea como para la vernácula. Durante los años 1980, el Centro de Pesquisas y Desenvolvimento, CEPED, realizó diversos cursos focalizando la transferencia de la tecnología de paneles monolíticos de suelo-cemento. Estos cursos, en general, fueron dirigidos a profesionales de alcaldías donde

se desarrollaban los proyectos de construcción de viviendas. Actualmente, hay dos proyectos de formación dedicados especialmente al área de preservación: el Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada, CECI, realiza un programa de clases a distancia sobre gestión de restauración para ingenieros y arquitectos preseleccionados (Tinoco y Araújo, 2006), y otro programa del convenio UNESCO/Momumenta para formación de mano de obra calificada en conservación y restauración de arquitectura con tierra. En el momento, se está iniciando la maestría Ambiente Construído e Patrimônio Sustentable en la Escola de Arquitetura de la Universidade Federal de Minas Gerais que propone profundizar en el tema tierra.

En Argentina, el CRIATIC, con sede en la Universidad Nacional de Tucumán, realiza formación con comunidades de bajos recursos.

En Perú, la Escuela Taller de Lima, creada en 1992, hace un excelente trabajo de capacitación académica y preparación técnica de jóvenes para restauración de monumentos históricos en el Centro Histórico de Lima (Paliza y Salles, 2005).

En El Salvador, hay que resaltar la actuación de Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima, FUNDASAL, que viene trabajando hace mucho tiempo con el uso de técnicas adecuadas de construcción. Debido a la emergencia para ejecución de viviendas después de los terremotos de 2001, Fundasal consolidó un programa de transferencia de tecnología en que doce viviendas modelo se han replicado en 450 viviendas construidas por las familias capacitadas (Velásquez y Hércules, 2005).

Desde las investigaciones relacionadas con el tema de arquitectura patrimonial con tierra, el Getty Institute Conservation, ante la necesidad de tener un stock de equipos profesionales idóneos para intervenir en esta región, desde los años 1980 creó un programa de formación para arquitectos e ingenieros de los países americanos. En éste, denominado Programa de Arquitectura con Tierra, PAT, se realizaron cursos intensivos inicialmente en Europa y después en Perú (1996 y 1999). Con la colaboración de varias entidades, entre ellas la UNESCO y CRATERRE, fueron elaborando y planeando cursos de forma didáctica para cumplir pedagógicamente con algunas necesidades detectadas para la cualificación de personal, con el objetivo de capacitar profesionales capaces de proteger e intervenir en los monumentos construidos con tierra en este continente. Hoy, muchos de

los profesionales que actúan en Iberoamérica en el área de preservación fueron despertados por el gusto hacia la Arquitectura y Construcción con Tierra en los cursos del PAT.

En Colombia, específicamente desde los años 1950, con la creación de la CINVA RAM se iniciaron las primeras transferencias de estas investigaciones y se comenzó el proceso de enseñar a usar estos avances técnicos. Varias universidades de la capital y de algunas otras partes de Colombia, desde hace algunos años han incluido dentro del currículo académico la materia de “arquitectura con tierra”.

En los años 1980, dos arquitectas exalumnas de CRATERRE deciden crear la organización no gubernamental Arquitectura e Investigación con Tierra, ARIT, con el objetivo de difundir esta arquitectura realizando transferencia de técnicas conocidas en algunas obras en el país y, paralelamente, inician procesos de recuperación de edificaciones con técnicas locales.

A finales de los años 1980, la ONG Fedevivienda, a partir del trabajo realizado con ARIT, tradujo y editó en español los dos volúmenes del libro “Construir con tierra” (Doat et al., 1990), en el cual se incluyó un breve recuento de la arquitectura con tierra en Colombia.

Como continuación de este trabajo, en el 2004, con el objetivo de suplir la carencia en la formación profesional y visualizando la proyección de estas tecnologías alternativas, Fedevivienda decide crear el primer programa de formación titulado “Ecosostenibilidad y técnicas de construcción con tierra” dirigido a todo tipo de público, aprovechando los avances en las comunicaciones: para tener una mayor cobertura en la región recurre al medio virtual –Internet– sin olvidar la importancia de la experiencia corporal y presencial en los talleres (Garzón, 2005).

Como la transferencia de estas técnicas exige un conocimiento directo, los talleres prácticos donde se vincula la persona desde la corporalidad para su aprendizaje hacen de este proyecto pedagógico una propuesta innovadora y viable para la apropiación del conocimiento.

### El CYTED y la construcción con tierra

En 1991, el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED, dentro del subprograma Tecnología para Vivienda de Interés Social, identificado como HABYTED, implantó la Red

Temática Habiterra con el objetivo de sistematizar el uso de la tierra en viviendas de interés social a través de la recopilación de la tecnología ya existente, catalogación de las técnicas constructivas, normalización, difusión de los conocimientos y ejecución de proyectos piloto de construcción en tierra. La red temática Habiterra contribuyó significativamente en el proceso de innovación tecnológica, principalmente en la identificación de especialistas y de técnicas utilizadas en los países iberoamericanos, en el intercambio de estas informaciones a través de sus representantes y en la divulgación de la tecnología. En octubre de 1993, durante la III Reunión Plenaria realizada en La Habana, Cuba, fue inaugurada la ExpoHabiterra, una exposición itinerante que muestra obras en tierra en Iberoamérica, presentada también en la publicación “Habiterra. Exposición iberoamericana de construcciones de tierra” (Habiterra, 1995); además publicó “Arquitecturas de Tierra en Iberoamérica” (Habiterra, 1994) que presenta técnicas constructivas consolidadas y en desarrollo, direcciones de instituciones, bibliografía y glosario



Figuras 10 y 11:  
Máquina de BTC, modelo adaptado de la CINVA RAM.  
Autor:  
Célia Neves.







**Figura 12:**  
*Terra Brasil 2006, Brasil,*  
*2006.*  
**Autor:**  
 Anita Frison.

sobre construcción en tierra, y “Recomendaciones para la Elaboración de Normas Técnicas de Edificaciones de Adobe, Tapial, Ladrillos y Bloques de Suelo-cemento” (Habiterra, 1993).

En el 2001 fue creado el Proyecto de Investigación Proterra, en continuidad con las actividades de la red Habiterra, por un período temporal de cuatro años. Se amplió el número de especialistas, se integraron nuevas actividades y, principalmente, se renovaron las esperanzas y las luchas para proporcionar, en el contexto tecnológico, viviendas más dignas para una población pobre. Así Proterra, caracterizado como un proyecto internacional y multilateral de cooperación técnica, se creó con el sentido de divulgar y aplicar el conocimiento disponible sobre el uso de la tierra como una alternativa para el enfrentamiento de nuestro gran déficit en lo que se refiere a la producción de vivienda de interés social. Su objetivo principal fue el de promover el uso de la tierra como material de construcción a través de la transferencia de la tecnología para los sectores productivos y las políticas sociales de los países.

Al finalizar, en febrero del 2006, el proyecto de investigación Proterra contaba con la participación de más de cien miembros provenientes de dieciocho países iberoamericanos con el siguiente perfil: 42% desarrollan su principal actividad profesional en universidades; 16% en instituciones de investigación; 18% en ONG dedicadas a la extensión, y 24% en oficinas de arquitectura y otras empresas públicas o privadas dirigidas principalmente a los programas de construcción de viviendas de interés social.

En continuidad, se creó la Red Iberoamericana Proterra, formada por un equipo de profesionales de diversos países y de diversas áreas de actuación, muchos de ellos miembros del Proyecto de Investigación Proterra ya concluido. Se trata de una red internacional de integración y cooperación técnica y científica, de ámbito iberoamericano y de carácter horizontal, que actúa para el desarrollo de la arquitectura y construcción con tierra. Entre sus objetivos se destacan: el fortalecimiento de la capacidad de desarrollo científico y tecnológico de Iberoamérica, y la divulgación y transferencia, para todos los sectores interesados, de la riqueza de conocimiento y las experiencias acumuladas a través de las más diversas actividades.

Desde el inicio de Proterra, se percibió que no sería posible generar propuestas para la construcción contemporánea con tierra sin la unión de los especialistas dedicados al estudio del patrimonio histórico tradicional, cuyas investigaciones realizadas para su preservación también indicaban soluciones eficaces para desarrollar y enfatizar en los sistemas actualmente empleados.

También se comprendió que la diseminación de la arquitectura y construcción con tierra no se podría restringir solamente a los sectores productivos; es necesario integrar el medio científico, generador del conocimiento académico, y el medio técnico, poseedor del conocimiento práctico, de modo que se pueda desarrollar, transferir y aplicar la tecnología en todos sus aspectos.

De esta forma viene actuando Proterra, como un elemento de integración del medio técnico y científico, al mismo tiempo que busca insertarse y apoyar actividades de formación, capacitación, información y apoyo técnico a programas de investigación y aplicación de la tecnología.

Sus actividades son desarrolladas voluntariamente por profesionales procedentes de universidades, centros de investigación y demás empresas de los países iberoamericanos, cuyas áreas de actuación comprenden el estudio del material, proyectos, desarrollo de sistemas constructivos, divulgación y transferencia de tecnología, planeamiento y ejecución de edificaciones, recuperación y restauración del patrimonio.

Entre otras acciones, Proterra hizo dos importantes publicaciones: “Técnicas mixtas de construcción con tierra” (Proterra, 2003b) y el CD-ROM “Técnicas de construcción con tierra”

(Proterra, 2003a). La primera trata de un documento único que, además de los artículos sobre la práctica de técnicas mixtas en América Latina, contiene recomendaciones para la elaboración de normas con técnicas mixtas de construcción con tierra. Más allá de estas publicaciones, Proterra preparó un documento sobre selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra y prácticas de campo (Neves *et al.*, 2005), con distribución electrónica, y publicó las memorias de todos los seminarios que organizó desde 2002.

### Pautas pedagógicas para la transferencia tecnológica y formación de la arquitectura y construcción con tierra

En general, en el área de la educación formal, en todos los programas de enseñanza se preparan unos planes, definidos y aprobados por un cuerpo técnico de la institución de enseñanza, en los cuales cada profesor trabaja para estimular el aprendizaje por parte de sus alumnos, así como en algunos casos también un sistema predefinido para la evaluación de ellos. Este proceso puede ser también adoptado en otros programas de formación, pero no siempre es eficiente pues debe perfilarse el nicho de población al que se dirige, el interés que los participantes tienen, así como los diferentes grados de educación y de comprensión técnica.

Hoy en América Latina, convive lo artesanal con lo industrial y un profesional que desee formarse en estos temas, no tiene una oferta educativa que le proporcione un programa académico o técnico coherente, que responda a las necesidades locales, culturales y sociales.

En los programas para la formación de la arquitectura y construcción con tierra, que no sea la educación formal, es importante considerar las diversidades y es conveniente aprovechar cada experiencia, principalmente cuando su objetivo consiste en la transferencia de tecnología.

Al evaluar el programa de formación Ecosostenibilidad y Técnicas de Construcción con Tierra, realizado tres veces en Colombia y una en Venezuela, Garzón (2006) resalta el efecto multiplicador de estos cursos al capacitar profesionales. Ellos, ahora con una visión pedagógica, están capacitados para producir un efecto en nuevos colectivos y esta cadena se apunta a una nueva e interesante secuencia de un pro-



ceso organizado, donde transferir tecnología es un ejercicio dinámico de compartir y entregar conocimientos permanentes en bien de un desarrollo integral.

Las experiencias realizadas por diversos profesionales pertenecientes a Proterra a través de los intercambios y los seminarios han permitido racionalizar procesos y comprender desde una perspectiva pedagógica algunos elementos importantes para transferir tecnología.

En primera instancia es importante identificar los diferentes niveles o sectores con los que se realiza la transferencia: comunidades, técnicos, profesionales o universitarios.

Con cada sector, los procesos, recursos y metodologías deben ser tratados de forma diferente; como en todas las ciencias sociales, no hay fórmulas en la manera de realizar este intercambio; estos procesos son un problema de comunicación, más que de técnica. Aunque con los tres últimos niveles la relación es desde lo técnico, el fondo del asunto para lograr transferir un conocimiento está en la interacción humana y parte de la confianza, la credibilidad y la relación que se construye entre las personas.

La tarea de realizar transferencia tecnológica es prioritaria en estos tiempos para posicionar este recurso cada vez más apreciado y valorado en el mundo actual. El aporte científico se debe aprovechar con la acumulación de conocimientos e investigaciones, pero es necesario desarrollar metodologías para una pedagogía de transferencia tecnológica con tierra.

La transferencia tecnológica es un proceso pedagógico comunicativo entre el emisor y el receptor, es dinámica y, conociendo el sector de

**Figura 13:**  
Taller en Mérida, Venezuela. Convenio interinstitucional e internacional. Universidad de los Andes y CINVIV-Fedevivienda, 2006.

Autor:  
Lucía Garzón.

la población al cual se dirigen los conocimientos, deben prepararse y dosificarse progresivamente los procedimientos, estar dispuesto a adaptar a cada contexto los aportes locales y ensamblar las técnicas de acuerdo con el nivel de profundización que se requiera o se desea obtener.

Para lograr resultados en la realización de transferencias tecnológicas, se requiere evaluar las variables humanas, conocer las personalidades de los participantes, identificar patrones culturales y tener una alta creatividad y recursividad para demostrar los potenciales de cualquier sistema.

Los seres humanos son conservadores por naturaleza y, por eso, tienen grandes dificultades de cambiar los patrones de comportamiento y de uso de las cosas; para innovar, es necesario sentir la necesidad de cambio y entender los beneficios que esta nueva situación les brinde. En este tema debe existir una gran apertura para conocer, comprender e interactuar con el otro y con el medio.

Para realizar un aporte en el trabajo de transferencias tecnológicas con tierra, es importante analizar y preparar el perfil de un “transferidor” o del equipo de transferencia que, además de poseer un conocimiento teórico y práctico sobre el tema, debe tener una actitud pedagógica, una disposición a la construcción del conocimiento compartido; como persona, debe tener buena capacidad de comunicación, interés de recibir y comprender las ideas del otro, ser creativo y recursivo. Debe haber racionalizado los procedimientos y procesos constructivos. Además es importante que el que transfiere tenga experiencia en obras y especialmente que tenga un vínculo y una vivencia con el material.

Para realizar la transferencia, la persona o el equipo debe preparar y explorar recursos pedagógicos y didácticos comprensibles por cualquier público; esto implica facilitar la comunicación, el intercambio y el diálogo de saberes. La convicción es una actitud indispensable; debe realizarse un proceso fundamental que fortalezca la credibilidad y esto implica gran seguridad y certeza por parte del que transmite el conocimiento.

## Referencias

*Arquitectura de Terra em Portugal* (2005). Edición bilingüe portugués-inglés. Portugal: Argumentum.

Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, CEPED (1984). *Manual de Construção com Solo-Cimento*. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland.

Colombia, Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento (1963). *Suelo-cemento; su aplicación en la edificación*. Bogotá: El Centro.

Cytryn, S. (1959). *Construcción con Tierra*. México: Centro Regional de Ayuda Técnica, Administración de Cooperación Internacional.

Doat, P., Hays, A., Houben, H., Matuk, S. y Vitoux, F. (1990). *Construir con tierra*. 2 vols. Bogotá: Fondo Rotatorio Editorial.

Garzón, L. E. (2005). “Una experiencia de educación informal en arquitectura con tierra. Transferencia y sensibilización”. *IV Seminário Ibero-americano de Construção com Terra. III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. Terra em Seminário* (pp. 198-200). Portugal: Argumentum.

Garzón, L. E. (2006). “Experiencias, aciertos y dificultades en la transferencia de tecnologías apropiadas con tierra. Caso de Colombia”. *TerraBrasil 2006. I Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil; IV Seminário Arquitectura de Terra em Portugal*. Ouro Preto, Tema 4, 1. CD-ROM.

Habiterra (1993). *Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de adobe, tapial, ladrillos e bloques de suelo-cemento*. Lima: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED.

Habiterra (1994). *Arquitecturas de tierra en Iberoamérica*. Buenos Aires: Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED.

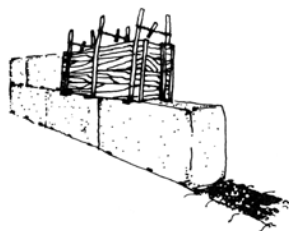
Habiterra (1995). *Exposición iberoamericana de construcciones de tierra*. Bogotá: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC (2005). *NTC 5324. Bloques de Suelo Cemento para Muros y Divisiones. Definiciones. Especificaciones. Métodos de Ensayo. Condiciones de Entrega*. Bogotá: ICONTEC.

Mellace, R. F. (2003). “Centro regional de investigaciones sobre arquitectura de tierra cruda, CRIATIC”. *Actas del II Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra*. Madrid: Mairera Libros, 2ª sección, CD-ROM.

Milanez, A. (1958). *Casa de Terra*. Río de Janeiro: Ministério da Saúde, Serviço Especial de Saúde Pública.

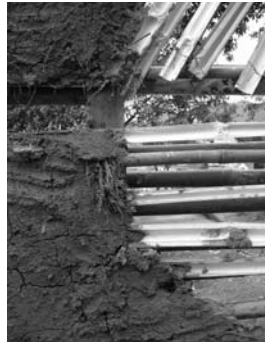
- Neves, C. M. (1993). “Desempenho de paredes de edificações em uso: metodologia de avaliação”. *III Simpósio Ibero-americano sobre Técnicas Construtivas Industrializadas para Habitação de Interesse Social* (pp. 50-59). São Paulo, 590.
- Neves, C. M. (1995). “Inovações tecnológicas em construção com terra em Ibero-América”. *Workshop Arquitetura de Terra*, 219, 49-60.
- Neves, C. M., Faria, O. B., Rotondaro, R., Cevallos, P. y Hoffmann, M. (2005). “Seleção de solos e métodos de controle. Práticas de campo”. *Actas del IV Seminario Ibero-americano de Construcción con Tierra. III Seminario Arquitectura de Terra em Portugal*. Escola Superior Galaecia/Proterra-CYTED. Anexo. 1 CD-ROM.
- Paliza, V. y Salles, S. (2005). “Escuela Taller de Lima: aprender haciendo...”. *IV Seminario Ibero-americano de Construção com Terra. III Seminario Arquitectura de Terra em Portugal. Terra em Seminario*. Portugal: Argumentum.
- Perú (2000). *Norma técnica de edificación E.080 Adobe*. Lima, 18.
- Proterra (2003a). *Técnicas de construcción con tierra*. Salvador: CYTED/HABYTED/Proterra, 1 CD-ROM.
- Proterra (2003b). *Técnicas mixtas de construcción con tierra*. Salvador: CYTED/HABYTED/Proterra.
- Terra: Forma de Construir (2006). “Arquitectura. Antropología. Arqueología”. *10º Mesa-Redonda de Primavera*. Portugal: Argumentum.
- Tinoco, J. E. L. y Araújo, R. A. D. de (2006). “Técnicas tradicionais. Gestão de restauro”. *TerraBrasil 2006. I Seminario de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil; IV Seminario Arquitectura de Terra em Portugal*. Ouro Preto, Tema 4, 1 CD-ROM.
- Velásquez, I. C. y Hércules, R. D. N. de (2005). “La construcción con adobe en El Salvador. Lecciones aprendidas a raíz de los sismos del 2001”. *IV Seminario Ibero-americano de Construcción con Tierra. III Seminario Arquitectura de Terra em Portugal*. Portugal: Argumentum.



## Investigar, formar, capacitar y transferir.

Los grandes desafíos de la  
arquitectura y construcción  
con tierra

(págs. 324-335)



### Lucía Esperanza Garzón

bioarquitecturatierra@gmail.com

Arquitecta egresada de la Universidad Piloto de Colombia, especializada en el tema de construcciones ecológicas y sostenibles, proyectista, constructora, investigadora y educadora. Ha realizado varios proyectos en Chile y Colombia en técnicas con tierra (bahareque, bloque de tierra comprimida y adobe). Es representante en Colombia de Proterra desde el año 2003. Gestionó y coordinó los conferencistas para el evento Construtierra 2006, realizado en Colombia. Fue la organizadora del taller realizado en este seminario internacional. Coordina desde el año 2004 el programa de formación sobre Ecosostenibilidad y Técnicas de Construcción con Tierra. En el año 2007 continúa este programa en convenio con la Escuela Colombiana de Ingeniería, ECI, y la ONG Fedevivienda. Es autora de diversos trabajos publicados en seminarios sobre el tema de arquitectura con tierra.

### Célia Maria Martins Neves

Universidade Estadual da Bahia, Brasil  
cneves@superig.com.br

Ingeniera civil, maestría en Ingeniería Ambiental Urbana, investigadora, consultora en tecnologías de la edificación. Es responsable por el Laboratorio de Ingeniería Civil del Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, CEPED, cuyas actividades incluyen la realización de ensayos para la caracterización y calificación de materiales de construcción. Coordina proyectos de investigación sobre materiales y sistemas constructivos para la construcción de edificios. Es coordinadora internacional del proyecto de investigación Proterra del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED, que busca difundir el uso de la tierra en la construcción de edificaciones. Coordina la Red Iberoamericana Proterra, iniciada en marzo de 2006. Es autora o coautora de más de cincuenta trabajos publicados.

#### Recepción

23 de enero de 2007

#### Evaluación

18 de septiembre de 2007

#### Aceptación

5 de diciembre de 2007

### Resumen

El presente artículo hace una aproximación histórica a la investigación, formación, capacitación y transferencia de la tecnología

de la arquitectura y la construcción con tierra. Se resumen los antecedentes de las técnicas y las investigaciones, y se citan entidades que han aportado al desarrollo tecnológico en Iberoamérica; también presenta sus distintos avances, destacando las directrices que se desarrollarán. Resalta particularidades de la formación distinguiendo aspectos de la educación y la capacitación, y relaciona importantes centros de formación que contribuyen en dicha tarea en América Latina. Se sintetizan las acciones del CYTED y el aporte del Proyecto y Red Iberoamericana Proterra en la divulgación y transferencia de la tecnología. Se reflexiona sobre la transferencia de tecnología y, con fundamento en la experiencia de las autoras y del trabajo de Proterra, enfatiza las características del "transferidor" o del equipo de transferencia. Por último, presenta un breve perfil del tipo de persona o equipo que realiza este trabajo.

### Palabras clave del autor

Investigación, formación, capacitación, transferencia tecnológica, construcción con tierra.

### Descriptores\*

Materiales de construcción – Investigaciones  
Construcciones de adobe – Investigaciones  
Transferencia de tecnología  
Arquitectos - formación profesional - América Latina

## Research, education, training and transfer of technology.

The main challenges of earthen architecture and  
construction

### Abstract

This article pertains to the historical aspects of research, education, training, and technology transfer of the architecture and earth construction. The first part of this article presents a summary of the background of the construction techniques, the research involving this subject, as well as some of the entities that have collaborated with the technological development in Ibero-America; it also presents the technological progress throughout time, focusing on its guidelines. The second part of this article displays peculiarities of the educational system, differentiating formal education and training, and correlates important educational centers that have contributed for the education of professionals in Latin America. This article also presents a summary of the work performed by Cyted, as well as the contribution by the Project and by the Ibero-american network Proterra in the technology transfer. Finally, this article reflects upon the technology transfer and, based on the background from the authors and the Proterra work, prioritizes the characteristics of the transfer team, presenting a brief description of this team.

### Author Key Words

Research, Training, Technology Transfer, Earth construction.

### Key Words Plus\*

Building materials – Research  
Building, adobe – Research  
Technology transfer  
Architects - Professional education - Latin America

\* Los descriptores y key words plus están normalizados por la Biblioteca General de la Pontificia Universidad Javeriana.