

PROTOTIPO GLOBAL DE EXPERIMENTACIÓN

Proyecto Hornero - Alejandro Ferreiro *

Facultades de Arquitectura y Facultad de Agronomía, Universidad de la República– Uruguay

Bulevar Artigas 1031, Montevideo – Tel. (+5982) 400 1106

Correo electrónico: proyctohornero@adinet.com.uy

Web: www.proyctohornero.itgo.com – www.bloghornero.blogspot.com

Palabras clave: ecotecnologías – sistematización – replicabilidad

Resumen

Proyecto Hornero es un grupo interdisciplinario que aborda la construcción con materiales naturales y el manejo sustentable de la energía. Surgió en mayo de 2002 a iniciativa de estudiantes de Agronomía y Arquitectura de la Universidad de la República (UdelaR), respondiendo a la situación generada por el tornado que destruyó las viviendas de unos 1500 productores de Joanicó, zona granjera del sur de Uruguay.

En un marco de investigación-acción el proyecto indaga en la utilización de materiales naturales de fácil acceso y ecotecnologías de fácil implementación en un medio rural deprimido, buscando soluciones nuevas y viables a los problemas de calidad habitacional en dicho contexto. La investigación conjuga además, la adecuada captación y utilización de la energía solar y la depuración de los efluentes sanitarios mediante un sistema natural de tratamiento.

El eje del proyecto es la construcción de un Prototipo Global de Experimentación (PGE) que se ubicará en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía también afectada por el tornado. El PGE será un modelo vivo de las técnicas constructivas ensayadas y una herramienta de vinculación y transferencia bidireccional de conocimientos entre el saber popular y el ámbito académico. Se busca revalorizar y enriquecer técnicas utilizadas tradicionalmente y reafirmar su transferencia generacional. Se entiende imprescindible la generación de este ámbito de comunión de saberes, que permitirá la apropiación y posterior replicabilidad de los métodos ensayados en distintas esferas.

El PGE será utilizado como alojamiento y espacio de reunión para estudiantes y productores de la zona. Tendrá un área aproximada total de 270 m² construidos. La Estación Experimental donde se implantará el proyecto no cuenta en la actualidad con una infraestructura similar.

El inicio de la construcción fue en abril de 2005 y actualmente comenzaron las jornadas de transferencia tecnológica: se busca describir en esta ponencia el avance obtenido en la etapa de obra a mayo de 2006 haciendo énfasis en el trabajo de transferencia y en los resultados y problemas de la metodología propuesta. El proyecto cuenta con financiación del Programa de Desarrollo Tecnológico desde marzo de 2004 hasta mediados de 2006.

Prototipo Global de Experimentación

“No son las técnicas, sino la conjugación de hombres e instrumentos lo que transforma una sociedad”

Octavio Paz

El eje del proyecto es la construcción de un Prototipo Global de Experimentación (PGE) que se ubicará en la Estación Experimental Centro Regional Sur (CRS) de la Facultad de Agronomía, al norte de la ciudad de Progreso¹ en Canelones, Uruguay. El PGE como prototipo articula diversas técnicas constructivas y permitirá el ensayo y monitoreo de su funcionamiento global. Dentro de estas técnicas se desarrollan mampuestos y elementos *prefabricados* de fácil producción como los paneles de tierra alivianada. La construcción optimizará el uso activo y pasivo de la energía solar e incorporará materiales vivos a la

construcción como lo son el techo verde y el sistema natural de tratamiento de agua. Es objetivo del proyecto, la génesis de estos espacios vivos: tanto la presencia de futuros árboles nativos como el humedal artificial del sistema de tratamiento de agua, constituyen un impacto ambiental positivo en un medio con severas carencias sanitarias.

Para la realización del anteproyecto se manejaron diferentes condicionantes que provenían tanto de aspectos operativos como aspectos económicos. El uso de materiales del lugar², la construcción con mano de obra no calificada, la poca incidencia visual del edificio en el entorno y la dificultad para obtener fondos marcan las decisiones en todas las etapas del proyecto. El diseño fue elaborado por estudiantes de arquitectura en base a un programa definido en conjunto con estudiantes de agronomía, y asesorados en algunos aspectos técnicos por docentes de la Facultad de Arquitectura.

El PGE tiene una superficie cubierta de 275 m² en dos niveles y los espacios exteriores adecuados para su funcionamiento. El programa incluye el alojamiento para treinta personas, un salón de reuniones de 50 m², una sala de lectura, un espacio para la muestra permanente del proceso del proyecto, servicios higiénicos y cocina. El anteproyecto también incluye el tratamiento de las aguas negras antes mencionado, un plan de forestación con árboles nativos, el uso paisajístico del tajamar existente, y la posibilidad de utilizar energías alternativas como la solar o eólica. Actualmente el CRS carece de una infraestructura similar.



Fig. 1: Ubicación, planta baja y perspectiva general del Prototipo Global de Experimentación

A fines del 2005 y a consecuencia de varios obstáculos administrativos, financieros y operativos³ se decide dividir el prototipo en dos etapas constructivas: la primera que incluye la zona de alojamientos y la segunda etapa que completa el proyecto en su totalidad, agregando el salón y la zona de servicios. Actualmente su construcción se está realizando en prácticas grupales, formadas por actores del medio rural local y del académico.

Los muros interiores de la primera etapa se están realizando en tierra alivianada colocada apisonada en encofrado, fajina o bahareque, bloques de tierra alivianada y paneles de tierra alivianada, los muros exteriores se realizarán de adobe y de tierra alivianada apisonada. Todos los cerramientos exteriores se protegerán de la acción de la lluvia mediante elementos de diseño como ser aleros o pavimentos, o bien mediante la protección con impermeabilizantes naturales. A partir de ensayos de campo, ensayos de laboratorio⁴ y la elaboración de piezas de prueba se determinaron dosificaciones para la elaboración de adobes y bloques de tierra alivianada. El planteo original del proyecto era realizar todos los muros exteriores en adobe⁵ pero ante el retraso y los obstáculos mencionado anteriormente se sustituyeron parcialmente por tierra alivianada ya que tienen una velocidad de ejecución sensiblemente mayor y no requiere el área de moldeado y secado que se necesita para elaborar adobes.

Técnica	Peso (kg)	Dimensiones (cm)	Densidad (kg/cm3)	Observaciones
Adobe	6.0	30 x 15 x 10	1500	
Paneles de tierra alivianada	12.0	45 x 45 x 15	600	Paja de trigo
Bloques de tierra alivianada	9.0	50 x 20 x 15	600	Paja de trigo
Bloques de tierra alivianada	7.0	50 x 20 x 15	500	Viruta

Tab. 1: Registros primarios de piezas elaboradas en 2005 en base a cinco muestras seleccionadas de cada componente. Los adobes se ensayarán en laboratorio para cuantificar su resistencia a compresión.

El PGE tiene dos propuestas de cubierta sobre estructura de madera, una de techo verde y otra de chapa metálica con aislación de tierra alivianada. La opción de construir un techo verde en la primera etapa deriva de su adaptación al entorno ya que genera un plano casi continuo de verde minimizando el impacto visual. Se decidió investigar sobre este tipo de cubiertas, ya que en Uruguay hay pocas experiencias. Las ventajas de estas cubiertas son el ahorro energético en acondicionamiento térmico, el confort húmedico interior y la no generación de escombros, además las pasturas son el bioma predominante del territorio uruguayo y sin embargo hay pocas experiencias de utilización de gramíneas como solución constructiva y estética para el cerramiento superior en ese medio. La cubierta de chapa cuenta con una aislación de tierra alivianada que funcionará como protección térmica y generará mayor peso frente a la acción del viento. Esta cubierta será realizada en la segunda etapa del proyecto.

A nivel de acondicionamientos, se comenzó a investigar el uso de plantas emergentes para el tratamiento sanitario. Estas plantas, en su mayoría autóctonas del Uruguay, sembradas en canales serán las responsables de la depuración de los efluentes sanitarios. La materia orgánica que contiene el agua entra al sistema, se transforma en biomasa vegetal, y las condiciones en que esa agua es devuelta al medio la hacen apta para ser utilizada en riego o para ser reutilizada en el llenado de cisternas de inodoros. Los sistemas naturales que se están analizando para este proyecto son del tipo de *sistema de flujo subterráneo*, en los que todo el flujo se canaliza bajo la superficie⁶. Este sistema será puesto a funcionar en la segunda etapa de construcción.



Fig. 1: Técnicas de muros utilizados en el Prototipo: paneles de tierra alivianada, fajina, adobes y tierra alivianada en encofrados – mayo de 2006

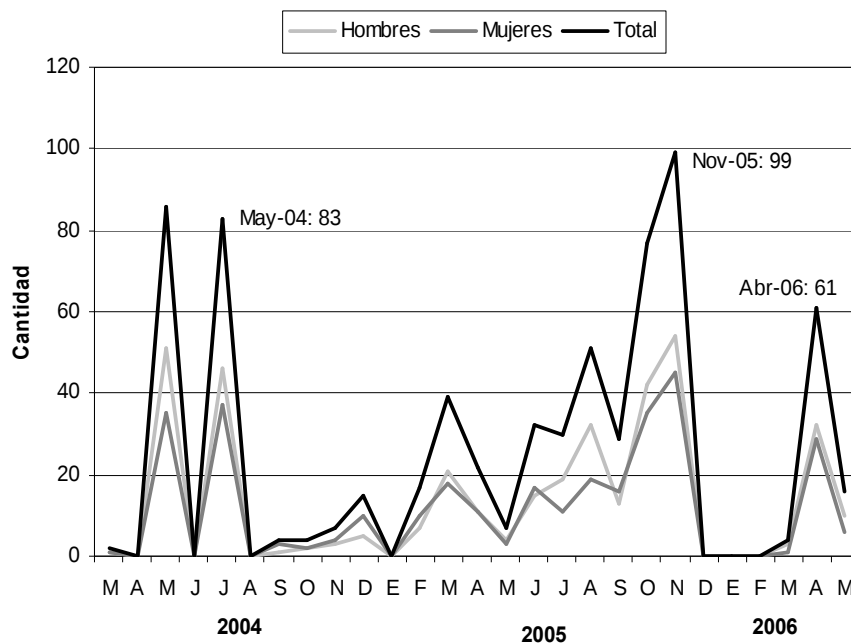
Transferencia

El Proyecto se estructura en cinco fases de trabajo: la primera de investigación y exploración, la segunda consiste en la construcción del Prototipo Global de Experimentación, la tercera de transferencia tecnológica, la cuarta de sistematización de procesos y monitoreo de resultados, y la quinta la difusión de la experiencia y sus conclusiones. Actualmente se están desarrollando la fase dos y tres simultáneamente.

Desde el año 2002 se están realizando jornadas prácticas sobre construcción en tierra organizadas por Proyecto Hornero en el Centro Regional Sur. A partir de la financiación que

obtuvo el Proyecto se comenzó a trabajar en jornadas que pudieran incorporar un número importante de personas. Estas jornadas buscan consolidar un equipo de trabajo en obra, lo más homogéneo posible en conocimientos teóricos y prácticos, dar difusión al proyecto⁷ y crear una base de datos de interesados en el tema de la construcción con materiales naturales para ser convocados a participar de la obra.

La metodología teórica planteada al inicio del proyecto, se basa en la acción participativa para convertir la experiencia en un laboratorio abierto, generando eslabones en la cadena formada por el equipo de investigación, productores rurales y estudiantes, para realizar la transferencia y su posterior replicabilidad. La metodología de grupo genera un compromiso basado en la cooperación y el reconocimiento de los saberes y revalorizar la posible experiencia de los participantes. Este saber será confrontado con referentes teóricos de modo de desafiar y cuestionar, posibilitando un análisis crítico de los mismos. Esto no implica que esos conocimientos tengan que ser cambiados. Si lo son, será como consecuencia del aprendizaje y no por imposición.



Tab. 2: Participación en jornadas prácticas período marzo 2004 - mayo 2006. Los picos de participación coinciden con los talleres realizados en mayo, julio y diciembre de 2004 y en octubre y noviembre de 2005.

El espectro de acción e investigación, desde un extremo estará alimentado por el conocimiento científico retrovertido en técnicas, y del otro, por el conocimiento empírico acumulado, sintetizando ambos. En relación a los procesos se busca ser sistemático, en forma progresiva y planificada, articulando adecuadamente contenido y forma; generando momentos de evaluación periódicos. Se busca usar técnicas que estimulen la participación activa, la expresión individual y grupal y que se comprenda que el proceso de transferencia no es una aplicación de recetas sino un momento de reflexión para encontrar los porque. Se considera que esto promueve la apropiación de la experiencia y con ello, la posibilidad de convertirla en herramienta de análisis y transformación de las propias prácticas. Esta metodología está siendo puesta a prueba para verificar los aciertos y errores de aquellos enunciados teóricos.

La transferencia de las técnicas utilizadas, apuntaba originalmente a la replicabilidad del sistema en la población afectada por el tornado en el año 2002. Aunque si bien la situación de emergencia, a cuatro años, ya no existe como tal, se mantiene esta hipótesis como

método de trabajo. Uno de los sectores al que se pretende llegar es a la población demandante de vivienda en la zona, apoyado en la experiencia del CRS en proyectos de extensión local.

El proyecto no ha logrado involucrar activamente a la población local (Progreso, Joanico y Las Piedras). En las etapas previas a la construcción se habían realizado charlas en la ciudad de Progreso que convocaron a productores rurales, ediles locales y miembros de organizaciones sociales de distintos asentamientos irregulares de la zona. Se considera que la principal falla radica en no haber explotado al máximo las redes de comunicación que el CRS tiene en la zona. Desde fines del 2005 la Intendencia Municipal de Canelones ha manifestado su apoyo a este Proyecto y se espera que a través de su área social se convoque a la población que habita en asentamientos irregulares para participar de las jornadas de transferencia. La Intendencia además brindaría apoyo logístico para permitir el traslado físico de estas personas hasta el CRS. La coincidencia de objetivos con dicha Comuna, ha permitido que el proyecto se incorpore a las prioridades de actividades con la población. Por lo tanto, habrá una segunda etapa del proyecto, que se iniciará luego de cumplida la fase actual, que permitiría consolidar la transferencia tecnológica en forma permanente trascendiendo el proyecto inicial, y la adopción del PGE como centro de referencia para la realización de actividades sociales que extenderán la práctica hacia la sociedad. Hasta el momento, esto no se ha concretado.

Jornadas 2004 ⁸		Jornadas 2005	
Cantidad de jornadas:	3	Cantidad de jornadas:	6
Total de participantes:	165 personas	Total de participantes:	109 personas
Distribución por sexo:	Mujeres 40% Hombres 60%	Distribución por sexo:	Mujeres 54% Hombres 46%
Promedio de edad:	32 años	Promedio de edad:	31 años
Distribución por origen:	Montevideo: 87% Canelones ¹⁰ : 10% Maldonado: 3%	Distribución por origen:	Montevideo: 86% Canelones ⁹ : 8% Otros departamentos: 3% Extranjeros: 3%
Formación:	Estudiantes: 38% Construcción: 6% Profesionales: 6% Tareas rurales: 8% Otras actividades ¹⁰ : 42%	Formación:	Estudiantes: 53% Construcción: 10% Profesionales: 10% Tareas rurales: 8% Empleados: 8% Artesanos: 5% Comerciantes: 3% Formación técnica: 3%

Tab. 3: Participación en jornadas prácticas período marzo 2004 - mayo 2006. Datos de participantes.

En los hechos, la participación actual en las jornadas tiene sus puntos fuertes en los períodos donde se realizan cursos sobre temas o técnicas concretas, con un promedio de 60 personas por jornada (véase Tabla 2). Se detecta esa necesidad de información y espacios donde se pueda aprender y aprehender sobre la construcción con tierra. El resto de las actividades, nuclean un promedio de 12 personas. Estas actividades que se están desarrollando actualmente, no se centran en un tema en particular sino que abarcan múltiples tareas meramente prácticas donde la justificación teórica de los *porque* de las tareas, va surgiendo al ritmo de ejecución de éstas al aparecer interrogantes de ejecución y dudas constructivas. Las actividades de participación son realizadas los días sábado con una carga horaria de entre 6 y 8 horas de trabajo, no tienen costo alguno para los participantes y son abiertas a todos los interesados en el tema.

Se está registrando y actualizando permanentemente la base de datos de los participantes (véase Tabla 3). Analizando esta información, se puede ver claramente que en las jornadas

no hay una paridad total en la participación de ambos géneros pero que las actividades están permitiendo la integración de hombres y mujeres por igual a las tareas. Se trabaja con una población relativamente joven: la mayor parte de los participantes se ubica en el tramo de edad de entre los 21 y 40 años.

Si bien gran parte de los participantes se dedican a actividades que no están relacionadas con la construcción o a la arquitectura, es de destacar la participación de estudiantes y profesionales de esta área como posibles referentes durante el proceso, por su previa acumulación de conocimiento en la materia. Igualmente el proceso de transferencia tecnológica está permitiendo la apropiación del conocimiento también a quienes no estén vinculados al área de construcción, por lo que el no tener un determinado bagaje de conocimiento no significa una dificultad a priori.



Fig. 2: Jornadas de transferencia en el Centro Regional Sur - noviembre 2005

La gran mayoría de los participantes son residentes de Montevideo, al contrario de lo esperado, no es la población de la zona la que se ha integrado en mayor medida a la propuesta. En primer lugar cabe cuestionar la capacidad del Proyecto de poder dar respuesta a las necesidades de la zona. Por otro lado, esto exige tener en cuenta dos aspectos: la mayor dificultad de traslado de los actuales participantes quienes provienen del área metropolitana y que se está trabajando con población que en su gran mayoría reside en zona urbana. Aunque han participado esporádicamente en algunas jornadas los productores de la zona, y se ha mantenido un vínculo de contactos para las próximas instancias la expectativa inicial no se concretó aún.

En este mismo sentido, es que se define como prioridad contactarse nuevamente con organizaciones locales, para analizar conjuntamente el proyecto y posibles coordinaciones. Con esto se busca un mayor enclave del proyecto en la realidad local. También cabe destacar, la importante participación y apoyo demostrado con la integración en las jornadas, de entidades como la Escuela de Construcción y docentes y estudiantes de la Facultad de Arquitectura y de colectivos como la Red de Huertas. A esto se debe agregar la concreción del vínculo con la Intendencia de Canelones mencionado anteriormente.

Hasta junio de 2005, las actividades prácticas se basaban en producir distintas piezas a modo de ensayo para ajustar dosificaciones para la elaboración de adobes y bloques de tierra alivianada y en forma paralela se realizaron ensayos en el Laboratorio del Instituto de Construcción de la Facultad de Arquitectura. A partir de junio del mismo año, se comenzó la etapa de cimentación.

A fines de 2005 se realizaron dos cursos cortos consecutivos; los días 8, 15 y 22 de octubre sobre producción de adobes y los días 29 de octubre, 5 y 12 de noviembre sobre tierra alivianada con las variantes de bloques, paneles y encofrado. Ambos cursos fueron estructurados en dos partes. La primera parte de información técnica de los procedimientos constructivos a experimentar, evaluando sus características para la construcción, su

valoración del punto de vista de la aislación térmica, su incidencia en el ahorro energético, y su apropiación como técnica para la autoconstrucción. La segunda parte se basó en la realización práctica con materialización de los componentes y ensayo de puesta en obra. En todos los casos se otorgó material gráfico elaborado especialmente para estos talleres.



Fig. 3: Avance de la construcción de la etapa 1 (zona de alojamiento) - abril de 2006

También desde noviembre de 2005 se comenzó el trabajo diario de lunes a viernes con un capataz de obra y el apoyo de personal de la Intendencia Municipal de Canelones¹¹. La participación del equipo de investigación cumple el rol de dirección de obra y la coordinación de tareas, materiales y transporte para las actividades de los días sábado. Actualmente se está en pleno proceso de ejecución de muros y techo verde.

Desde abril de 2006, con la etapa de cimentación y estructura de madera concluidas, las jornadas alcanzan uno de los objetivos planteados inicialmente: la transferencia de tecnología se produce en obra construyendo el modelo a escala 1:1, se produce entonces el Prototipo Global de Experimentación y se concreta el hecho de que "(...) la transferencia no se genera una vez acabada la construcción del prototipo, sino que comienza durante el proceso de ejecución (...)"¹²

Notas y citas

¹ El Centro Regional Sur se encuentra a 35 km. de la ciudad de Montevideo. Centro Regional Sur: Camino Folle Km. 35.500 s/n Progreso, Departamento de Canelones, Uruguay. Telefax: (+5982 3689913 – 368 9914). Correo electrónico: crs@fagro.edu.uy. Web: <http://www.fagro.edu.uy/crs>

² El PGE está siendo construido con materiales disponibles en el medio local, requiriendo por lo tanto un mínimo de energía para su extracción y traslado, aunque no en todas las situaciones fue posible mantener esta postura – véase el caso del traslado de la madera estructural más adelante.

³ Como impactos negativos sobre el cronograma se presenta el retraso en la ejecución, pero también la desmotivación de un grupo de colaboradores voluntarios, dada la necesidad de tareas adicionales de gestiones y operativos que no estaban previstos - léase falta de cumplimiento del acuerdo por parte de la Facultad de Agronomía en cuanto al suministro de la madera estructural, que obligó a buscar otros actores que la suministraran en forma de donación. Esta madera no estaba calculada en el presupuesto original como tampoco estaban previstos gastos importantes en cuanto a transporte de madera aserrada desde la Estación Experimental Bañado Medina (400 km. aproximadamente al noroeste de Canelones), que finalmente este Proyecto tuvo que asumir. La obtención de la madera estructural se retrasó un año más de lo esperado, al no ser proporcionada por la Facultad de Agronomía. Desde marzo de 2005 se realizaron gestiones para su obtención sin modificar los presupuestos originales. La madera utilizada finalmente fue donada al Proyecto por parte de la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE). La ubicación de estos postes se encontraba a más de 200 km. de la ciudad de Progreso por lo que para su traslado, en noviembre de 2005, se coordinaron acciones entre Proyecto Hornero, Ministerio de Transporte, UTE, Administración de Ferrocarriles del Estado (AFE) y el Ejército Nacional. La disminución de las frecuencias de transporte en determinados períodos para el traslado de los participantes hasta el lugar, también incidió en inconvenientes para el cumplimiento de algunas tareas y el consecuente retraso de cronograma. A pesar de estos inconvenientes se está cumpliendo los objetivos de materialización del PGE y la realización de jornadas de transferencia tecnológica. El ser parte de un organismo como la Universidad de la República y estar vinculado con otras instituciones públicas se reconoce

como una gran oportunidad pero también como una limitante al depender de ritmos que muchas veces son más lentos que los esperados.

⁴ Los análisis de granulometría, y la determinación de los Límites de Atterberg se realizaron según Normas Unit 142:60, 143:60, 144:60. Los ensayos de compresión se realizaron según Norma Unit 127:58 de ensayo de ladrillos a compresión en el Laboratorio del Instituto de Construcción de la Facultad de Arquitectura.

⁵ Las razones para la elección de la técnica de adobe habían sido la disponibilidad de tierra apta para esta técnica, la facilidad de elaboración de las piezas que pueden realizarse en serie y con mano de obra no especializada.

⁶ “(...) Se considera que entre las plantas posibles de ser utilizadas, la más adecuada para el caso que nos ocupa es la totora (...) Los sistemas de flujo subterráneo, que son la alternativa ambientalmente más adecuada para la depuración de efluentes en el área rural del Uruguay (...)”. Extraído de “Jardín de Totoras” : Aramis Latchinián - CEADU, Montevideo – 22 páginas

⁷ En 2003 y 2004 se realizaron varias presentaciones del Proyecto dirigido a distinto público: a estudiantes en Facultad de Agronomía y Arquitectura, a productores rurales y actores del medio local en Progreso, y entrevistas en distintos medios de prensa escrita, radial y televisada local y nacional. Hasta el día de hoy este recurso se sigue utilizando para dar difusión a determinadas actividades concretas.

⁸ Los datos de edades, origen y actividad del año 2004 se basan principalmente en la jornada del día 24 de julio.

⁹ Se incluye Ciudad de la Costa.

¹⁰ Sin discriminar: empleados, artesanos y comerciantes

¹¹ No están considerados en la Tabla 1

¹² Este es uno de los objetivos planteados por el Proyecto en su solicitud de financiación en el año 2003

Bibliografía:

ETCHEBARNE, Rosario; PIÑEIRO, Gabriela; BEASLEY Ana. *Manual de Construcción Con Adobe*. Udelar, Facultad de Arquitectura, Salto.1997.

LATCHINIÁN, Aramis. *Jardín de Totoras*. Ceadu, Montevideo - Año: s/d

MINKE, Gernot. *Manual de Construcción en Tierra*. Nordan Comunidad, Montevideo.1994.

FREIRE, Paulo. *¿Extensión o comunicación? La concientización en el medio rural*. Argentina Editores, Buenos Aires, Siglo XXI.1973

GILBOA, Felicia. *El desarrollo de tecnologías adecuadas en Uruguay*. S/edic. s/fecha.

FERRANDO, Jorge. *Reflexiones sobre educación popular*. S/edic. s/fecha.

KRUK, Walter; DI PAULA, Jorge. *La transferencia tecnológica*. S/edic. s/fecha.