

## APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS CUALI-CUANTITATIVAS PARA EL ANÁLISIS DE FACTORES CONDICIONANTES EN PROCESOS DE ADECUACIÓN SOCIO-TECNICA DE ENERGIAS RENOVABLES

S. Belmonte<sup>1</sup>, K. Escalante<sup>2</sup>, J. Franco<sup>3</sup>

Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Universidad Nacional de Salta  
Avda. Bolivia 5150 – CP 4400 – Salta  
Tel. 0387 - 4255424 - E-mail: [silvina\\_belmonte@yahoo.com.ar](mailto:silvina_belmonte@yahoo.com.ar); [escalantekarina@gmail.com](mailto:escalantekarina@gmail.com)

*Recibido: 13/08/12; Aceptado: 05/10/12*

**RESUMEN:** El trabajo presenta un conjunto de herramientas metodológicas que fueron aplicadas en el estudio de procesos de adecuación socio-técnica de tecnologías de energía solar. La base conceptual se sustenta en la importancia y alcance de los métodos cualitativos y de evaluación multi-criterio. Para el análisis de la información se utilizaron técnicas de triangulación mediante las cuales se identificaron los factores y sub-factores condicionantes de los procesos estudiados. La herramienta de “comparación por pares” y una adaptación de la “dinámica de destrezas” (Sistemas de Análisis Social) fueron aplicadas para la identificación de los sub-factores críticos y análisis de interacción de los factores respectivamente. Los factores condicionantes identificados fueron: tecnología solar, participación de la comunidad, participación de los técnicos, articulación inter-institucional, logística y seguimiento del proyecto, estructura de la comunidad. El análisis especificó una fuerte relación de interdependencia entre los factores, comprobando la importancia de abordar de manera integral estos procesos complejos.

**Palabras clave:** Investigación cualitativa, Adecuación socio-técnica, Energías renovables, Factores condicionantes.

### INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la “*transferencia de tecnología*” ha sido abordada desde una perspectiva casi exclusivamente técnica, en concordancia a la visión lineal subyacente a estos procesos, donde el movimiento de productos y procesos tecnológicos (o información acerca de ellos) fluye desde la universidad y otros centros de investigación a otros actores de la sociedad (Schlierf et al, 2008).

Nuevas corrientes de pensamiento han redefinido la manera de referirnos a estos procesos y el contenido que los sustenta. En esta línea surgen los conceptos de ‘**Tecnología Social**’ o ‘**Tecnologías para la Inclusión Social**’, como “*formas de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar tecnologías orientadas a resolver problemas sociales y ambientales, generando dinámicas sociales y económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable*” (Thomas, 2009). Estos conceptos “*intentan resumir un planteo distinto del tema*”, y acercan la posibilidad de producir un conocimiento que permita la creación de “*esa otra sociedad que queremos*” (Dagnino, 2012). Los procesos de **adecuación socio-técnica** implican por tanto la producción y construcción social de la utilidad y funcionamiento de las tecnologías en los que participan diferentes actores (usuarios, beneficiarios, funcionarios públicos, ONG, etc.) (Thomas, op cit).

En el Foro Latinoamericano de Desarrollo Sostenible -Rosario 2012- se subrayaron dos condiciones para generar políticas tecnológicas para la Inclusión Social y el Desarrollo: 1- *Construcción de puentes entre saberes*, donde se reconoce la importancia de la participación de la ciudadanía y comunitaria en el proceso de diseño e implementación de las políticas públicas y, 2- *Generación de condiciones para que la Ciencia y la Tecnología se oriente a los problemas sociales y ambientales*, lo cual implica necesariamente una mayor interconexión entre la función de producción de conocimiento y tecnologías y el rol social y político de las universidades e institutos de I+D (Juárez, 2012). En este sentido, se reafirma la necesidad de analizar los procesos de adecuación socio-técnica desde una perspectiva multidimensional e integradora, con el objetivo manifiesto de mejorar su comprensión y práctica, y aproximar la mirada ciencia-tecnología-sociedad.

En el marco del desarrollo de una tesis de grado sobre la utilización de energías renovables en comunidades andinas de Salta (Escalante, 2011), se realizó un análisis de los procesos de adecuación socio-técnica para el caso de calefones solares y otras aplicaciones solares térmicas. El presente trabajo se centra en la descripción metodológica de las herramientas utilizadas para evaluar estos procesos. Se plantean asimismo, los principales resultados alcanzados con la investigación, abriendo la discusión con la identificación de algunos elementos que condicionan (favorecen o dificultan) la adecuación socio-técnica de energías renovables.

### MARCO CONCEPTUAL-METODOLÓGICO

#### La investigación cualitativa

---

<sup>1</sup> Investigador Asistente CONICET.

<sup>2</sup> Becaria CONICET.

<sup>3</sup> Investigador Adjunto CONICET.

La discusión entre lo cuantitativo y lo cualitativo ha cobrado diferentes intensidades a lo largo de la historia y especialmente en el siglo pasado. Lo social, como objeto de estudio, parecería marcar uno de los puntos de origen de la disputa con distintas aseveraciones y posiciones. Precisamente, en el desarrollo de las ciencias sociales, una pregunta frecuente fue si estas ciencias podían tomar prestadas las metodologías y métodos de las ciencias físicas para investigar la sociedad (CEBEM, 2011). Sin hacer una revisión histórica demasiado larga, se produce un desarrollo intenso de esta disputa en la década de los 60 y 70 del siglo pasado, sobre la base de una fuerte crítica al denominado paradigma cuantitativo o positivista. Este paradigma surge de las ciencias naturales. Sostiene que las predicciones son una explicación del hecho. El método modelo de conocimiento científico es el experimento, el cual se apoya en la estadística, que es una forma de cuantificar, verificar y medir. Al extrapolarse a las ciencias sociales defiende que la investigación sociológica debe de ser externa, objetiva y desideologizada, para lo cual se pretende que el investigador se mantenga al margen de lo investigado, fuera de la comunidad para no influir ni verse influido por ella, tratando los hechos sociales como "cosas" (Alberich Nistal, 2007).

El método experimental y sus derivados eran considerados como únicas alternativas de construcción de conocimiento científico. No obstante debido a las limitaciones que presentaron en el estudio de los distintos planos de la realidad humana, es que surge el paradigma cualitativo o interpretativo en las ciencias sociales contemporáneas. El abordaje cualitativo comprende la realidad como dinámica y diversa. Su interés va dirigido al significado de las acciones humanas y de la práctica social. Busca la interconexión de elementos que pueden estar influyendo en que algo resulte de determinada manera, aspirando al conocimiento y descubrimientos de los fenómenos en condiciones naturales. Asimismo este enfoque valora la *subjetividad* de quien investiga, reconociendo que los saberes de una persona son socio-referenciales (se generan a partir del intercambio de subjetividades con sus semejantes) (Villegas y González, 2011). Es así que este enfoque también considera las *intersubjetividades*, reconociéndolas como legítimo conocimiento científico (Sandoval Casimilas, 1996).

La principal diferencia entre el enfoque cualitativo y cuantitativo es de tipo epistemológico y técnico, que deviene en dos elementos básicos: el tipo de intencionalidad y el tipo de realidad que uno y otro enfoque investigativo pretenden abordar. En la Figura N°1 se presenta un diagrama que resume las diferencias de los enfoques de investigación social, cuantitativos y cualitativos.

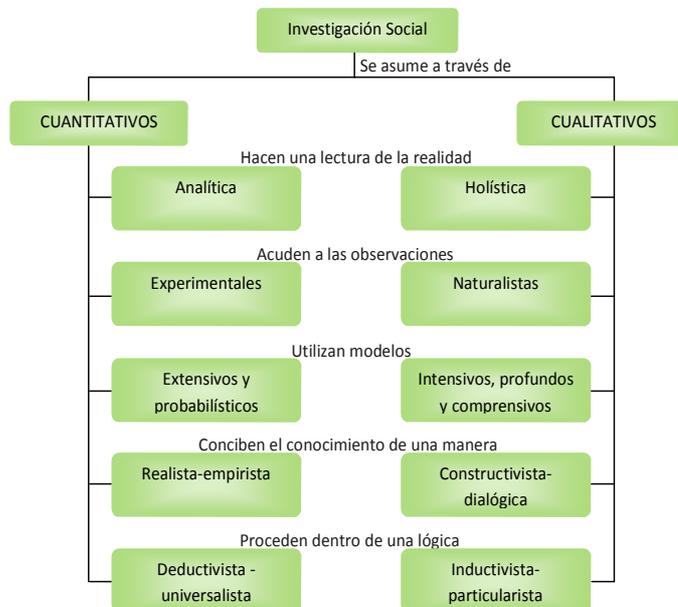


Figura 1. Esquema comparativo de los enfoques de investigación social cualitativos y cuantitativos (Adaptado de Sandoval Casimilas, 1996).

Finalmente, y siguiendo a Villegas y González (2011), la selección del método de investigación debe estar coherentemente sintonizado con el problema que está siendo investigado y es éste el que lo define. Así pues, en concordancia con los objetivos planteados para la investigación que enmarca este trabajo (Escalante, 2011), se adoptó un enfoque cualitativo. El mismo permitió analizar en profundidad algunos procesos de adecuación socio-técnica de energías renovables, considerando particularmente las percepciones de los diversos protagonistas de las experiencias (estudios de caso), y sistematizar aportes conceptuales y propuestas metodológicas para abordarlos.

### La Evaluación Multi-Criterio

La Evaluación Multi-Criterio (EMC) se define como un conjunto de herramientas y procedimientos utilizados en la resolución de problemas de decisión complejos en los que intervienen diferentes actores y criterios. Entre las ventajas de la aplicación de métodos EMC (Belmonte, 2009) se destacan:

- Permiten considerar distintos enfoques en el análisis de problemas y soluciones, y tomar decisiones de un modo más coherente, basadas en la multi-dimensionalidad de criterios y puntos de vista.
- Permiten combinar datos objetivos junto a opiniones subjetivas (valores numéricos y simbólicos) en un mismo sistema de valoración.
- Proporcionan un procedimiento sistemático y cuantificado que contribuye a reducir la subjetividad.

- Los métodos son sistemáticos pero flexibles, permitiendo la integración de diversas disciplinas y la revisión de los procesos.
- Es posible la integración de la participación pública en el proceso. Tanto el proceso de decisión como los resultados concluyen así más transparentes y accesibles.
- Presentan gran flexibilidad de aplicación a distintos ámbitos territoriales, escalas y tipos de información.
- Posibilitan la reducción de la información inicial disponible, orientando el procesamiento de los datos sólo a los puntos relevantes para resolver los problemas.
- Centran su atención en el proceso de decisión, y no en el objeto o resultado buscado, por lo que generan soluciones con mayor consenso.

Moreno Jiménez et al. (2001) define el enfoque procedimental multicriterio, como de “*carácter descriptivo, adaptativo, cognitivo, negociador, sistémico y general*, lo que permite ayudar en la toma de decisiones mediante un *mejor conocimiento de su proceso de decisión, esto es, un mejor conocimiento de las etapas, escenarios, elementos, factores, interdependencias, actores, interrelaciones y procedimientos que incluye*”.

Existe una gran diversidad de ‘técnicas de decisión multicriterio’. Para el caso de la evaluación de los procesos de adecuación socio-técnica, se seleccionaron técnicas de comparación discretas del tipo “Procesos analíticos jerárquicos” (Romero, 1996).

## **METODOLOGIA**

### ***Diseño de la investigación***

El objeto de estudio de este trabajo se define como netamente social, ya que se refiere explícitamente a los procesos de adecuación socio-técnica para la construcción de tecnologías sociales, y no al estudio de las tecnologías en sí mismas. Se parte de la convicción de que estos procesos tecnológicos pueden y deben ser mejorados a partir del análisis de la multiplicidad de factores ambientales, sociales, culturales, técnicos, etc. que intervienen en su desarrollo y aplicación.

Respecto al universo de estudio, se definió como área de interés las comunidades andinas de Salta. Las mismas presentan una alta disponibilidad de recurso solar en cantidad y calidad a lo largo del año, dificultad en el acceso a los combustibles tradicionales debido al aislamiento geográfico y problemas de escasez de leña debido a las características de aridez de la región. Por estas características, estas comunidades manifiestan un gran potencial para el aprovechamiento de la energía solar.

Partiendo de la definición del objeto de estudio y del área geográfica de trabajo, se seleccionaron dos **estudios de caso** (dos proyectos) que involucran tres experiencias de transferencia de tecnología de aprovechamiento solar. Un proyecto se desarrolló en la comunidad de Cabrerías (Región Valles Calchaquíes) y el otro en las comunidades de Las Capillas y San Juan (Región Valles Orientales de Altura). La estrategia de selección de la muestra (estudios de caso) que se aplicó corresponde a un muestreo no probabilístico intencional. En este caso de investigación exploratoria, la muestra de los estudios no está regida por la exigencia de generalizar los resultados sino por “*la necesidad que las características de los sujetos seleccionados sean apropiadas para responder las preguntas de la investigación*” (Samaja, 1997). Los criterios de selección de los casos se basaron en la similitud que presentaban entre ellos con respecto al ambiente y las características de las comunidades, la metodología aplicada en la transferencia tecnológica (Investigación-Acción-Participativa -IAP-) y las tecnologías transferidas (calefones solares y otras aplicaciones de energía solar térmica). Además motivó la selección de los casos, la posibilidad de apoyo económico para el relevamiento a campo de cuatro trabajos de investigación y extensión: Gea et al. (2010<sub>a,b</sub>), Franco y Belmonte (2010), Escalante (2011).

En este trabajo, el estudio de caso se adopta como una estrategia de análisis y observación de situaciones específicas con mucha profundidad. Neiman y Quaranta (2006, en Kazez 2009) definen el caso como un sistema delimitado en tiempo y espacio de actores, relaciones e instituciones sociales. Lo que motoriza la inclusión del o los casos es la pregunta y el objetivo de la investigación, teniéndolo en cuenta como parte del diseño (Kazez, op cit).

Las herramientas metodológicas utilizadas en la investigación fueron agrupadas en dos grupos de técnicas: **recolección de datos y análisis de información**. La Figura N°2 resume el diseño metodológico empleado, presentando el objetivo de aplicación de las diversas técnicas utilizadas y la integración entre ambos grupos de herramientas metodológicas.

### ***Herramientas para la recolección de datos***

Se aplicaron diversas técnicas de investigación cualitativa y socio-crítica para la recolección de información de base en los casos seleccionados. Entre ellas pueden destacarse: análisis documental, observación participante, talleres/asambleas participativas y entrevistas a técnicos y actores locales (Figura N°2). Una descripción más detallada de estas metodologías utilizadas ya fue presentada en trabajos anteriores (Escalante et al, 2010; Escalante, Belmonte, Gea y Altamirano, 2011), por lo que en este trabajo se centrará el análisis metodológico en las herramientas de análisis de datos.

### ***Herramientas para el análisis de información***

En términos generales, las actividades desarrolladas en esta etapa de la investigación estuvieron orientadas a sistematizar de manera progresiva el proceso y los resultados del trabajo investigativo. En primer lugar, se realizó el análisis de los datos cualitativos a partir de las transcripciones de las entrevistas, notas de las observaciones y de los talleres realizados, con el fin de detectar similitudes entre las versiones, así como patrones y tendencias. Luego, a partir de técnicas de triangulación, se integraron las percepciones de los diferentes actores e identificaron los factores y sub-factores condicionantes que influyeron en los procesos analizados de adecuación socio-técnica de tecnologías solares. Finalmente, se realizó un análisis de dichos

factores y sub-factores mediante la adaptación y aplicación de técnicas de EMC. En la Figura N°2, se resumen las principales características y vinculaciones entre los métodos aplicados.

### 1- Técnicas de triangulación

Esta herramienta ofrece la alternativa de poder visualizar un problema desde diferentes ángulos y de esta manera aumentar la validez y consistencia de los hallazgos (Benavides y Gómez Restrepo, 2005). Dentro del marco de una investigación cualitativa, la triangulación comprende el uso de varias estrategias al estudiar un mismo fenómeno, por ejemplo el uso de varios métodos (entrevistas individuales, grupos focales y talleres investigativos) o diversas fuentes de datos. Al hacer esto se cree que las debilidades de cada estrategia en particular no se superponen con las de las otras y que en cambio las fortalezas sí se suman. En este trabajo se aplicaron dos tipos de triangulación: metodológica y de datos, las que se explican brevemente a continuación:

#### 1.1- Triangulación de métodos para la obtención de las percepciones:

En primer lugar, se realizó una triangulación de los métodos utilizados para la recolección de datos: entrevistas, observación participante, talleres comunitarios y análisis documental. A partir del cruce de los resultados obtenidos en la aplicación de estas técnicas fue posible obtener una caracterización de las comunidades y proyectos y las percepciones de los diferentes actores sociales vinculados. Arias Valencia (1999) refiere a este tipo de triangulación como “generación de datos desde diferentes perspectivas” y especifica que la misma puede implicar tanto, triangulaciones “dentro de los métodos” como triangulaciones “entre métodos”.

#### 1.2- Triangulación de datos para la obtención de factores condicionantes

Este tipo de triangulación considera el uso de múltiples fuentes de datos para obtener diversas visiones acerca de un tópico con el propósito de validación. En este trabajo, se aplicó para cada estudio de caso analizado (Cabrerías, San Juan y Las Capillas) la triangulación de las percepciones de los diferentes actores (datos), obteniéndose una primera definición de los factores que resultaron condicionantes de estos procesos. Luego, se aplicó una nueva triangulación de datos para comparar y encontrar similitudes y diferencias entre las experiencias analizadas.

### 2- Técnicas de EMC

Dos técnicas de EMC fueron adaptadas y aplicadas para la evaluación comparativa de los factores y sub-factores condicionantes identificados en los procesos de adecuación socio-técnica de tecnologías solares. Estas herramientas metodológicas permitieron superar la visión meramente descriptiva obtenida de las triangulaciones, incorporando un componente cuali-cuantitativo para el análisis. El primer análisis consistió en la identificación de sub-factores críticos dentro de cada factor, a través de la aplicación de la técnica EMC “Comparación por pares” (Saaty, 1980 en Romero 1996). Posteriormente, se analizó la interacción entre los distintos factores mediante una adaptación de la técnica “Dinámica de destrezas” (CEBEM, 2011), denominada para este trabajo “Dinámica de interacción entre factores”.

#### 2.1- Comparación por pares

Tanto la generación y evaluación de alternativas, como la relación entre los distintos subsistemas y factores del medio necesitan una ponderación, de una importancia relativa, o de una escala de valores, que nos conduzcan al logro de los objetivos que cada estudio pretenda (Conesa Fernández Vítora, 1997).

Para la obtención de los sub-factores críticos se utilizó la metodología propuesta por Saaty (1980 en Romero 1996) de comparación por pares. Este método permite comparar criterios según la importancia relativa que decide el grupo consultado en una matriz denominada: matriz de comparación de criterios por pares (Achinelli et al., 2008). La ordenación por pares determina la preferencia de cada uno de los elementos sobre los demás tomados de a dos en dos, o sea, declara la preferencia dentro de cada par de elementos (Conesa Fernández Vítora, 1997). Es una comparación simultánea de valores subjetivos por parejas (Romero, 1996) ampliamente utilizada en procesos de EMC.

Por su propia construcción este tipo de matrices poseen propiedades recíprocas, esto es,  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ . A partir de la matriz se pretende encontrar un vector de pesos  $W_1, W_2, W_3$  y  $W_4$  (Romero, 1996), que en nuestro caso representa la importancia relativa de los sub-factores, dentro de cada factor. La escala de valoración propuesta por Saaty y utilizada en este trabajo, se presenta en Tabla 1.

Relación de importancia entre los criterios	Valoración numérica
Igual importancia	1
Moderada importancia	3
Fuerte importancia	5
Demostrada importancia	7
Extrema importancia	9

Tabla 1: Escala de valoración propuesta por Saaty- Técnica “Comparación por pares”

El procedimiento matemático adoptado para el cálculo del vector de pesos fue la media geométrica:

$$W_i = (a_{i,1} * a_{i,2} * \dots * a_{i,n})^{1/n} \quad (1)$$

Donde:

$W_i$ : peso del sub-factor “i”;

- $a_{i,i}$ : valor de la interacción del sub-factor “i” con sí mismo;
- $a_{i,j}$ : valor de la interacción del sub-factor “i” con el sub-factor “j”;
- $a_{i,n}$ : valor de la interacción del sub-factor “i” con el último sub-factor “n”;
- n: total de sub-factores que interaccionan.

2.2- *Dinámica de interacción entre factores*

Constituye una adaptación de la técnica *Dinámica de Destrezas*. Ésta a su vez es una aplicación para el Sistema de Análisis Social (SAS), del análisis de insumos y productos, técnica muy conocida y utilizada durante el último medio siglo en los campos de economía, planificación y políticas económicas (CEBEM, 2011).

El objetivo de la herramienta adaptada al estudio de los factores condicionantes es evaluar el grado en que cada factor contribuye a los otros factores, y al mismo tiempo, el grado de dependencia de los mismos. Se trabaja con una matriz de doble entrada considerando la interrelación de todos los factores. A través de una valoración, en este caso una escala entre 1 y 5 (ver Tabla 2), se estima el grado en que cada factor de la fila aporta o contribuye a los factores de las columnas. A partir de la matriz se obtienen índices de contribución y dependencia entre los factores. Los resultados suelen trasladarse a un diagrama cartesiano que permite mayor facilidad de interpretación en el análisis.

Relación de un criterio con respecto a otro	Valoración numérica
No contribuye	1
Contribuye poco	2
Contribución moderada	3
Contribución alta	4
Contribución total	5

Tabla 2: Escala de valoración “Dinámica de interacción entre Factores”.

El análisis de la dinámica de las destrezas puede producir tres resultados posibles: integración, jerarquía o fragmentación. Existe **integración** cuando el puntaje de interacción es alto, por lo general por encima del 60%. Existe **jerarquía** cuando el puntaje de interacción se ubica entre 40% y 60%. Existe **fragmentación** cuando es bajo el puntaje de interacción, por lo general por debajo del 40%.

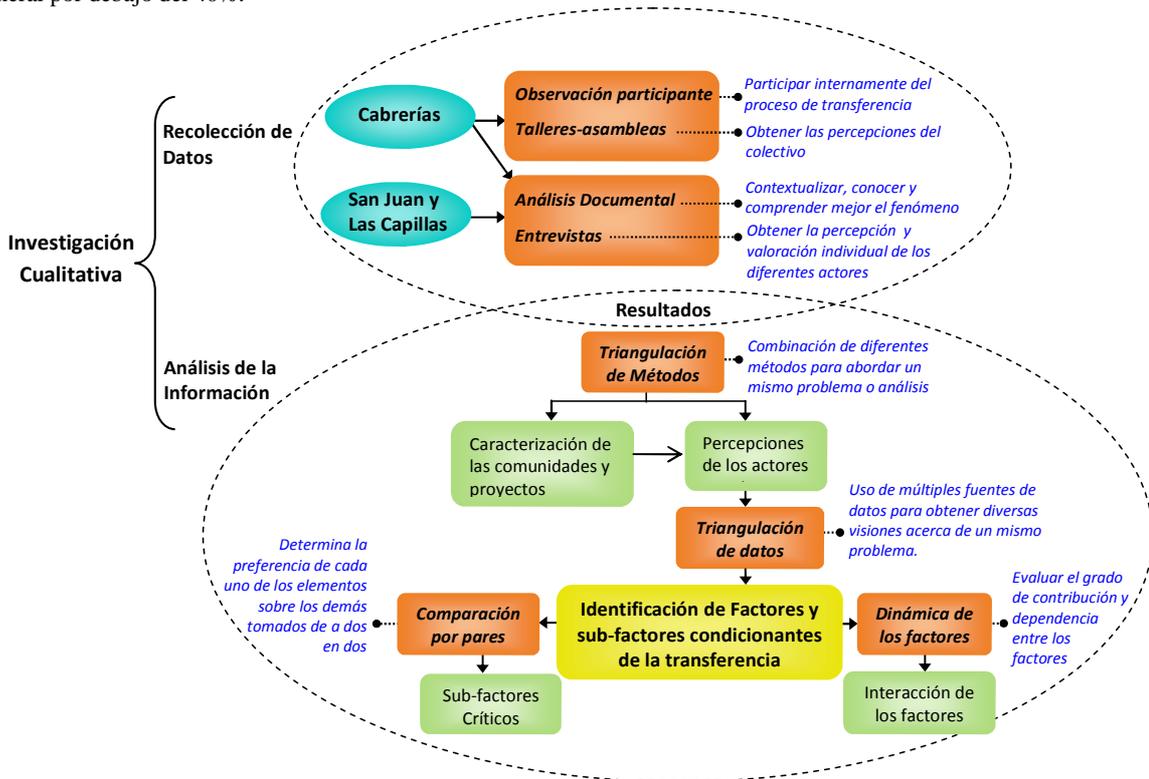


Figura 2: Diagrama síntesis de las herramientas metodológicas

**RESULTADOS**

*Definición de factores y sub-factores condicionantes*

A partir de la triangulación de las percepciones de los actores sociales y los proyectos se identificaron seis factores que principalmente condicionaron los procesos de adecuación socio-técnica analizados: *tecnología solar, participación de la comunidad, participación de los técnicos, articulación inter-institucional, logística y seguimiento del proyecto y estructura de la comunidad*. Asimismo cada factor fue determinado por un conjunto de sub-factores que lo describen (Tabla 3). Los

factores y sub-factores, fueron expresados de forma positiva reflejando en algunos casos cómo se procedió y en otros, cómo se debería proceder para favorecer los procesos de adecuación socio-técnica analizados.

FACTOR	SUB-FACTOR	DESCRIPCIÓN
Tecnología solar	Satisface la necesidad	Resuelve el problema de agua caliente y los requerimientos de los usuarios, en cuanto a la temperatura y cantidad obtenida.
	Fácil uso y mantenimiento	El calefón es sencillo y práctico no requiere de muchos cuidados y puede ser utilizados por todos los integrantes del grupo familiar, incluso niños.
	Adaptada a las condiciones ambientales	El calefón puede resistir la radiación y temperaturas extremas sin sufrir daños estructurales importantes. Además si es sujetado debidamente puede soportar los vientos.
	Buen funcionamiento	La tecnología calienta el agua a una temperatura adecuada y la misma está disponible para bañarse, lavar la ropa y el servicio.
	Información adecuada	Se refiere al conocimiento sobre el uso, el cuidado, el mantenimiento y el funcionamiento de la tecnología por parte de los usuarios.
	Vida útil del calefón	Las características de resistencia y durabilidad de los materiales sumado a cuidados y mantenimiento adecuado de la tecnología aseguran una vida útil de al menos 5 años.
Participación de la comunidad	Replicabilidad	Se refiere al interés generado por la tecnología en otros pobladores y a la posibilidad de acceder a la misma.
	Identificación de la demanda real	Planteo de las necesidades concretas desde los mismos beneficiarios.
	Elección de la tecnología	Posibilidad de elegir y probar diferentes alternativas tecnológicas disponibles que mejor se adapten a las demandas de la comunidad y a las condiciones del lugar.
	Adecuación socio-técnica	Ajuste de la tecnología a las necesidades y condiciones locales considerando particularmente la cultura y costumbres de la comunidad.
Participación de los técnicos	Formación de técnicos locales	Capacitación de técnicos locales para la instalación y reparación de los calefones solares.
	Acompañamiento del proceso	Participación activa en las distintas etapas del proceso e interés en sus diversos aspectos más allá de su tarea puntual.
	Cumplir con el compromiso asumido	Se refiere a la responsabilidad adquirida a partir de la interacción con la comunidad y al esfuerzo personal y profesional puesto en juego en las actividades.
	Apertura	Actitud de diálogo, respeto por el otro, reconocimiento del saber local y aprendizaje mutuo en la interacción con la comunidad.
Articulación inter-institucional	El lenguaje de llegada	Capacidad de comunicación e integración con la comunidad en las distintas instancias del proyecto (talleres, desarrollo técnico, seguimiento, etc.)
	Asociación "interdisciplinaria"	Se relaciona con la integración efectiva de las diferentes instituciones vinculadas a un proyecto, para trabajar de forma complementaria y potenciar las capacidades individuales.
	Roles definidos	Claridad en la definición de funciones y tareas de todos los actores socios del proyecto.
	Buena comunicación	Está relacionado a un flujo de información continuo y dinámico inter e intra-institucional.
	Contacto previo	Vínculos de mayor confianza y credibilidad generados por experiencias de trabajos anteriores de los técnicos de campo, que actúan como referentes y nexos con la comunidad.
	Liderazgo	Refiere a la existencia de un líder (o grupo líder) que motiva, convoca y moviliza las actividades del proceso, dentro de cada institución y en la articulación.
	Capacidad de respuesta creativa	Habilidad de las instituciones para reaccionar frente a imprevistos, y readecuar lo planificado a las circunstancias que surgen del proceso.
Logística y Seguimiento del proyecto	Planificación flexible	Se refiere a la tolerancia para modificar los tiempos y redistribuir los recursos planificados, a los requerimientos de la dinámica propia del proceso e imprevistos que pudieran surgir.
	Respeto por la dinámica de los procesos sociales	Considera la existencia de procesos previos y simultáneos al de transferencia (tiempos productivos, formas de organización, otros proyectos, festividades, etc.) que pueden influir en el proceso.
	Asesoramiento técnico continuo	Se refiere a la instrucción técnica y resolución de los problemas tecnológicos que surjan durante el proceso.
	Monitoreo post instalación	Observación y evaluación posterior a la instalación de la tecnología para verificar su buen funcionamiento.
	Autonomía local	Está vinculado a que la comunidad logre independizarse de los técnicos externos en la sostenibilidad de la tecnología.
	Evaluación del proceso y resultados	Análisis, reflexión y aprendizaje de las propias experiencias para mejorar la apropiación y aportar en otros procesos locales y de 'transferencia' tecnológica.
Estructura de la comunidad	Buena organización	Se refiere a las capacidades organizacionales ya instaladas en la comunidad, con buenos flujos de comunicación, líderes identificados, roles definidos, espacios comunitarios de toma de decisiones vigentes, ejercicio en la resolución de conflictos, prácticas y acciones comunitarias.
	Experiencia positiva de proyectos anteriores	La concreción de proyectos anteriores genera confianza en la comunidad para emprender nuevas propuestas.
	Empoderamiento local	Afianzamiento de las capacidades locales y del poder de decisión de la comunidad a partir del acceso y la generación de conocimiento y recursos.
	Valores comunitarios	Características que fortalecen a la comunidad como tal: Sentido de pertenencia, unidad, solidaridad, preocupación y respeto por el otro, actitud de colaboración, interés por el bien común, etc.

Tabla 3: Factores y sub-factores condicionantes en los procesos de adecuación socio-técnica de energías renovables

### Comparación entre sub-factores

Los sub-factores fueron comparados entre sí dentro de cada factor, por medio de la técnica EMC de comparación de pares ya descrita. Para cada factor se construyó una matriz como la presentada en el ejemplo de la Figura 4 para el factor ‘Tecnología solar’. Para este caso la pregunta guía podría expresarse como: *¿Cuánto más importante (o menos importante) es el sub-factor de la fila respecto al sub-factor de la columna en relación a su influencia para lograr una buena tecnología solar?* Finalmente, los resultados de la ponderación se expresaron en porcentaje, para favorecer su visualización e interpretación. Los sub-factores críticos se determinaron a partir de un peso obtenido superior al 15 % (resaltados en naranja).

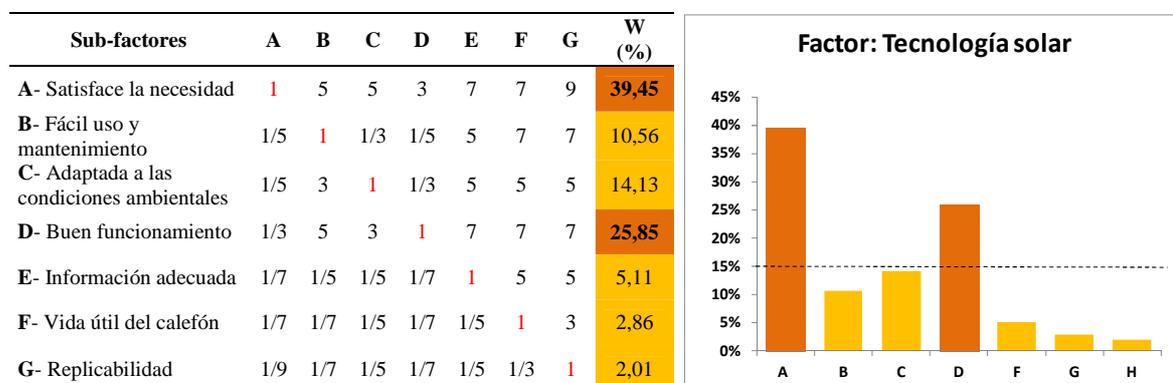


Figura 4: Sub-factores condicionantes para el factor Tecnología solar

Los sub-factores críticos identificados dentro de cada factor fueron: Satisface la necesidad y Buen funcionamiento, para *Tecnología solar*; Identificación de la demanda real y Adecuación socio-técnica, para *Participación de la comunidad*; Cumplir con el compromiso asumido y Apertura, para *Participación de los técnicos*; Asociación interdisciplinaria y Liderazgo, para *Articulación interinstitucional*; Respeto de la dinámica social, Planificación flexible y Autonomía local, para *Logística y Seguimiento del proyecto*; y Valores comunitarios y Buena organización, para *Estructura de la comunidad*.

#### Interacción entre factores

Mediante la aplicación de la técnica cualitativa de Análisis Social ‘dinámica de destrezas’, se evaluó la contribución y dependencia total de cada factor con respecto a los demás factores y al proceso de adecuación socio-técnica en general. Las preguntas guías utilizadas en la evaluación fueron: *¿Hasta qué grado la óptima aplicación del factor de la fila contribuye o influencia la óptima aplicación del factor de la columna?* *¿Cuán importante es una mejor aplicación del factor de la fila en una mejor aplicación del factor de la columna?*

La matriz de interacción se puede observar en la Tabla 4. Tanto en la columna de contribución total como en la fila de dependencia total se presentan tres valores: la contribución o dependencia total (obtenida a partir de la suma de los puntajes de cada fila o columna respectivamente), entre paréntesis el total máximo posible (25 en este caso) y abajo el puntaje promedio de cada fila o columna (la contribución o dependencia total dividido la cantidad de puntajes de las columnas o filas). La interacción dinámica entre todos los factores se ubica en la intersección de la última columna con la última fila.

Factores	Tecnología Solar	Participación de la Comunidad	Participación de los Técnicos	Articulación Inter-institucional	Logística y Seguimiento del Proyecto	Estructura de la Comunidad	Contribución Total
Tecnología Solar	X	3	1	3	2	1	10 (25) 2
Participación de la Comunidad	5	X	3	5	5	4	22 (25) 4,4
Participación de los Técnicos	5	4	X	5	4	[2]	20 (25) 4
Articulación Inter-institucional	3	4	4	X	5	4	20 (25) 4
Logística y Seguimiento del Proyecto	3	4	4	4	X	3	18 (25) 3,6
Estructura de la Comunidad	[2]	4	[2]	3	3	X	14 (25) 2,8
Dependencia Total	18 (25) 3,6	19 (25) 3,8	14 (25) 2,8	20 (25) 4	19 (25) 3,8	14 (25) 2,8	104 (150) 69%

Tabla 4: Matriz de interacción entre factores

La evaluación evidenció una relación de alta integración entre los factores, correspondiente a un porcentaje de interacción de 69 %. Esto indica que existe una interdependencia entre los mismos, es decir, que la forma en que se aplica un factor influye de manera directa en el desarrollo de los otros factores. De esta manera, la optimización de cada factor ejercerá una influencia

positiva en la apropiación de la tecnología. Por el contrario, la falta de aplicación de uno de los factores ejercería una influencia negativa del proceso condicionando negativamente la adecuación socio-técnica de la tecnología.

Entre los factores de mayor influencia (mayor contribución total), se destacaron la Participación de la comunidad, la Articulación interinstitucional y la Participación de los técnicos. De la interpretación de estos resultados se deduce que una adecuada participación de la comunidad permitirá una mejor articulación interinstitucional, asegurará una buena logística y seguimiento del proyecto, incentivará la participación de los técnicos, favorecerá una mejor adecuación de la tecnología y fortalecerá la estructura de la comunidad. Por otra parte, para lograr una efectiva participación de la comunidad (dependencia) será necesario que se cumplan los otros factores, es decir, que exista articulación, seguimiento, una tecnología apropiada, etc. La articulación, la participación de los técnicos y la logística también tienen una fuerte influencia (contribución) entre ellos y en el desarrollo de los demás factores, aportan a la adecuación de la tecnología, a la participación y estructura de la comunidad, etc. Asimismo la articulación y la logística, requieren de la existencia de los otros factores para que se optimice su aplicación. Sin participación de los técnicos y la comunidad, sin una fuerte organización local, sin una tecnología eficiente, no es posible una buena articulación, logística y seguimiento del proyecto.

Por otro lado, el factor Tecnología solar es el factor que presentó menor contribución a los demás factores, no obstante demostró una alta dependencia. Esto significa que este factor no tiene un impacto tan relevante en la aplicación de los demás factores pero para lograr una buena tecnología solar será imprescindible contar con una buena participación de los actores sociales en la identificación de la demanda y adecuación socio-técnica y una buena articulación entre las instituciones.

En la matriz también se pueden observar algunos puntajes que contradicen la tendencia del cuadro (señalados en cursiva y entre corchetes rojos). Los mismos se identificaron a partir de la comparación de cada valor con el promedio de su fila y de su columna. Se analiza si el valor se ubica en el mismo lado inferior o superior del punto medio de la escala (en este caso 2,5 - escala de 1 a 5). Si el puntaje no está en el mismo lado del puntaje promedio de la fila o de la columna, indica una contradicción con respecto a las tendencias de esa fila y esa columna. Si bien estas contradicciones no son muy marcadas, es decir prepondera la integración entre los factores, se puede observar que los elementos vinculados a estas relaciones son los de menor contribución y/o dependencia total. En el caso de la participación de los técnicos por ejemplo, indica que la aplicación efectiva de este factor beneficia muy poco a la estructura de la comunidad. Esta relación es recíproca. A su vez una sólida estructura de la comunidad no ejerce un impacto importante con respecto al factor tecnología solar. Esta relación en sentido inverso es aún menos dependiente.

## CONCLUSIONES

Las herramientas metodológicas cualitativas y de Evaluación Multi-Criterio utilizadas en el trabajo demostraron una significativa aplicabilidad de estos recursos para orientar el análisis de los procesos de adecuación socio-técnica de energías renovables. Con respecto a las técnicas de análisis, la triangulación metodológica y de datos permitió sistematizar las percepciones de los diferentes actores involucrados e identificar los factores y sub-factores condicionantes, dándole una mayor solidez a la investigación. Por otro lado resultó una herramienta de validación de la información obtenida desde los diferentes métodos aplicados y de las experiencias analizadas. La técnica 'comparación por pares' permitió determinar la importancia relativa entre los sub-factores a partir de la comparación de criterios dentro de cada factor. La aplicación de esta herramienta garantizó que todos los elementos fueran analizados, facilitando la identificación de los elementos críticos. Por último, la dinámica de interacción entre factores permitió comprender la acción recíproca entre los mismos, es decir, el grado en que cada factor contribuye a otros factores y depende de los mismos. A partir de esta técnica fue posible analizar la influencia de cada factor en los procesos de adecuación socio-técnica.

En relación a los resultados, fueron identificados seis conjuntos de factores condicionantes en los procesos de adecuación socio-técnica analizados: Tecnología solar, Participación de la comunidad, Participación de los técnicos, Articulación interinstitucional, Logística y seguimiento del proyecto y Estructura de la comunidad. A estos factores se asociaron 31 sub-factores que los describen. A partir del análisis de interacción se observó una fuerte integración entre los factores, lo que confirma la importancia de abordar estos procesos complejos desde una mirada multidimensional, integral y participativa.

Finalmente, se espera a partir de este trabajo aportar algunos elementos para la reflexión y discusión de los aspectos claves que interactúan en los procesos de adecuación socio-técnica de energías renovables. Nuevos factores, limitaciones y oportunidades surgirán del análisis de otras experiencias de energías renovables y diversas tecnologías, ya que cada situación de intervención es particular. No obstante, es posible afirmar que la construcción de aprendizajes basada en la interacción y la reflexión sobre la propia práctica puede constituirse en un puente para acercar la tecnología a un ambiente y una sociedad más sustentable.

## REFERENCIAS

- Achinelli, M. L.; Perruca, A. R.; Ligier D. (2008). *Valorización de los Servicios Ambientales: Esteros del Ibera. Amortiguación Hídrica*. Programa Nacional Ecorregiones, Proyecto: Valorización de los bienes y servicios ambientales para caracterizar vulnerabilidad en áreas ecológicas críticas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/corrientes/actualidad/Documentos/4-Ordenamiento%20Territorial/18-Valorizacion%20de%20Servicios%20Ambientales.%20Esteros%20del%20Ibera%20C3%A1.pdf>. Consultado en Julio, 2011.
- Alberich Nistal, T. (2007). *Investigación-Acción Participativa y mapas sociales*. Benlloch, Castellón. Disponible en: <http://www.uji.es/bin/serveis/sasc/ext-uni/oferim/forma/jorn/tall.pdf>. Consultado en Julio, 2010.
- Arias Valencia, M. (1999). *Triangulación Metodológica: Sus principios, alcances y limitaciones*. Disponible en: <http://www.robertexto.com/archivo9/triangul.htm#Nota>. Consultado en Julio, 2011.

- Belmonte, S.; Franco, J.; Viramonte, J.; Núñez, V. (2009). *Integración de las Energías Renovables en procesos de Ordenamiento Territorial*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 13.
- Benavides, M.; Gómez Restrepo, C. (2005). *Método de Investigación Cualitativa: Triangulación*. Revista colombiana de Psiquiatría, Vol. XXXIV. Asociación Colombiana de Psiquiatría. Bogotá, Colombia. ISSN: 0034-7450. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/806/80634108.pdf>. Consultado en Julio, 2011.
- Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios –CEBEM- (2011). *Introducción a los Sistemas de Análisis Social*. Curso on line.
- Conesa Fernández Vitora, V. (1997). *Instrumentos de la Gestión Ambiental de la Empresa*. Ed. Mundi. Madrid, España.
- Dagnino, R. (2012). *Conferencia sobre "Ciencia, Tecnología y Sociedad en América Latina"*. Red de Tecnologías para la Inclusión Social Argentina – REDTISA. <http://www.redtisa.org/es/noticias/50/%C3%82%E2%80%9Cno-creo-en-la-ciencia-neutra-sino-en-contaminar.html>. Consultado en Agosto, 2012.
- Escalante, K. (2011). *Transferencia de tecnologías para el Aprovechamiento de Energía Solar en comunidades andinas*. Tesina Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Argentina.
- Escalante, K. N. et al. (2010). *Aplicaciones de herramientas de Investigación Acción Participativa para la purificación y el calentamiento de agua para uso sanitario en comunidades andinas aisladas de Salta*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 14.
- Escalante, K. N.; Belmonte, S.; Gea M.; Altamirano, M. (2011). *Proceso de transferencia de calefones solares en Cabrería. Percepciones de los actores sociales*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 15.
- Franco, J.; Belmonte, S. (2010). *Herramientas para la Mejora de Procesos de Apropiación Tecnológica. ¿Interacción o Transferencia?* Proyecto de Investigación N° 1900 (2010-2013). Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta. Argentina.
- Gea, M. et al (2010<sub>a</sub>). *Investigación Acción Participativa para la Apropiación de Tecnologías que utilicen Energía Solar para la Purificación y Calentamiento de Agua para el Uso Sanitario en Comunidades Andinas Aisladas de Argentina*. Proyecto Galardón Latinoamericano a la Investigación Acción Participativa, Madres y Abuelas de Plaza de Mayo (2009-2010). INENCO. Universidad Nacional de Salta. CONICET.
- Gea, M. et al (2010<sub>b</sub>). *Calentamiento de Agua para uso Doméstico mediante Energía Solar en la Comunidad de Cabrerías, Provincia de Salta*. Proyecto de Voluntariado Universitario 2010. Universidad Nacional de Salta.
- Juárez, P. (2012). Informe mesa de diálogo: *Tecnologías para la Inclusión Social y Desarrollo Sustentable*. REDTISA. Foro Latinoamericano de Desarrollo Sostenible. Hacia RÍO+20. Rosario Santa Fe. Argentina. <http://www.redtisa.org/es/biblioteca/41/informe-de-mesa-de-dialogo-Â“tecnologias-para-la.html>. Consultado en Mayo, 2012.
- Kazez, R. (2009). *Los estudios de casos y el problema de la selección de la muestra. Aportes del Sistema de Matrices de Datos*. Disponible en <http://www.uces.edu.ar/institutos/iaepcis/8jornadasdesvaliamiento/kazez.pdf>. Consultado en Noviembre, 2011.
- Moreno Jiménez, J. M.; Aguaron Joven, J. y M. T. Escobar Urmeneta (2001). *Metodología Científica en Valoración y Selección Ambiental*. Pesquisa Operacional, Vol. 21. ISSN 0101-7438.
- Romero, C. (1996). *Análisis de de las decisiones multi-criterio*. Isdefe. Madrid, España. ISBN: 84-89338-14-0
- Samaja, J. (1997). *Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de investigación científica*. EUDEBA. Buenos Aires, Argentina.
- Sandoval Casilimas, C. (1996). *Metodología Cualitativa*. Programa de Especialización en Teorías, Métodos y Técnicas de Investigación Social. Modulo 4. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://sapiens.va.com/metcualum/sandoval.pdf>. Consultado en Julio, 2011.
- Schlierf, K.; Boni, A.; Lozano, J.F. (2008). *La transferencia de tecnología participativa desde la universidad. Una oportunidad para la formación de una ciudadanía crítica*. Colección Recursos, 108. Aprendizaje, servicio y responsabilidad social de las universidades. España.
- Thomas, H. (2009). *De las tecnologías apropiadas a las tecnologías sociales. conceptos/estrategias/diseños/ acciones*. 1<sup>ra</sup> Jornada sobre Tecnologías Sociales, Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales. (PROCODAS)-MINCYT, Buenos Aires.
- Villegas, M. y González, F. (2011). *La investigación cualitativa en la vida cotidiana. Medio para la construcción de conocimiento sobre lo social a partir de lo individual*. Psicoperspectivas, Vol. 10. ISSN 0717-7798. Disponible en: <http://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/issue/view/15>. Consultado en Agosto, 2011.

#### **ABSTRACT:**

The paper presents a set of methodological tools that were applied in the study of socio-technical adequacy processes of solar energy technologies. The conceptual base sustains in the importance and scope of the qualitative methods and of multicriteria evaluation. Techniques of triangulation were used for the analysis of the information by means of which were identified the factors and determining sub-factors of the studied processes. The tool of "pairs comparison" and an adaptation of the "dynamic skills" (Social Analysis Systems) were applied for the identification of the critical sub-factors and analysis of interaction of the factors respectively. The identified determining factors were: solar technology, participation of the community, participation of technicians, inter-institutional coordination, logistics and monitoring of the project and structure of the community. The analysis specified a strong relation of interdependence among the factors, verifying the importance of approaching in an integral way these complex processes.

**Keywords:** Qualitative research, Socio-technical adequacy, Renewable energy, Determining factors.