

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS CUALITATIVOS EN INVESTIGACIONES ORIENTADAS AL APROVECHAMIENTO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

Ing. Marín L. Angie

marinlopezangie@gmail.com

Ing. Hernández R. Elybe

elybetrhr@gmail.com

Ing. Flores Q. Jesús

jesusefq@gmail.com

Resumen

El objetivo de este artículo consiste en proponer una metodología para el abordaje cualitativo del proceso de organización e interpretación de datos, orientada a estudiantes y profesores que desarrollan investigaciones en el área de fuentes renovables de energía. La investigación se insertó dentro del paradigma cualitativo; la metodología se desarrolló mediante la formulación de procedimientos para tres etapas clave en el análisis de datos cualitativos: categorización, estructuración y contrastación; mediante la técnica de análisis documental. Para ejemplificar la aplicación de la metodología propuesta, se utilizaron los datos obtenidos a través de las técnicas de entrevista y observación, en el proyecto de investigación “sistemas de aprovechamiento de biomasa residual en la península de Paraguaná”. Como resultado se presenta una guía práctica, dividida en fases y con un ejemplo de datos reales, que esquematiza y explica los pasos a seguir hacia la teorización en investigaciones en el campo de energías renovables bajo la perspectiva cualitativa.

Descriptores: categorización; estructuración; contrastación; datos cualitativos; fuentes renovables de energía

Abstract

This paper aim at proposing a methodology for qualitative approach to the process of organizing and interpretation data, which is intended for students and teachers who develop research in the area of renewable energy sources. This is based on the qualitative paradigm; the methodology was developed by formulating procedures for three key stages in the analysis of qualitative data: categorization, structuring and contrast, through the technique of documentary analysis. For illustating the application of the proposed methodology, the data obtained were used through the interview and observation techniques, in the research project “profitable waste biomass systems in Paraguana peninsula. The results showed that a practical guide, divided into phases and an example of real data is presented, which outlines and explains the steps toward theorizing in research under the qualitative perspective.

Descriptors: categorization; structuring; contrast; qualitative data; renewable energy sources.

Introducción

La investigación cualitativa se entiende, como uno de los tantos modos de ver, pensar y actuar frente a la realidad [1]. Puede tratarse de investigaciones sobre experiencias vividas, comportamientos, funcionamiento organizacional, movimientos sociales y fenómenos culturales [2]. Bajo este enfoque, el investigador se encuentra en una interpretación permanente de acciones de los sujetos en estudio, dado que se busca comprender el contexto de su realidad. De acuerdo a la naturaleza cualitativa, el proceso de análisis de datos, constituye uno de los momentos más importantes de la investigación; es un conjunto de reflexiones que se realizan con el fin de extraer significados de los datos y se lleva a cabo preservando su naturaleza textual, sin recurrir a las técnicas estadísticas [3].

El enfoque cualitativo se contrapone con la esencia de formación en profesiones como la ingeniería, donde históricamente las investigaciones han sido de tipo cuantitativa. Así, cuando el ingeniero o estudiante de ingeniería emprende la investigación cualitativa, surgen problemas por el desconocimiento de métodos de análisis cualitativo. Tal es el caso del grupo de investigación en el área de fuentes renovables de energía de la UNEFM, conformado por estudiantes de ingeniería química, mecánica e industrial, y profesores tutores con perfiles afines, quienes actualmente orientan sus proyectos hacia el desarrollo sostenible, mediante la innovación tecnológica y la integración de la universidad con las comunidades, bajo el enfoque cualitativo.

Desde esta perspectiva, el objetivo general del presente trabajo es proponer una metodología para la organización e interpretación de datos cualitativos. En tal sentido, se formularon los siguientes objetivos específicos:

- Formular un procedimiento para el análisis de datos cualitativos, a través de los procesos de categorización, estructuración y contrastación.
- Aplicar el procedimiento formulado a un caso de investigación.

Se presentan procedimientos propios de los autores, para abordar la teorización, basados en la secuencia de tres etapas fundamentales: categorización, estructuración y contrastación. Finalmente, se ejemplifica la metodología propuesta mediante el caso de investigación “sistemas de aprovechamiento energético de biomasa residual en la

península de Paraguaná”, usando los datos obtenidos en la fase de diagnóstico de las comunidades.

Fundamentos teóricos

Fuentes renovables de energía

Las fuentes renovables de energía, se definen como: aquellas fuentes procedentes de cualquier proceso que no altere el equilibrio térmico del planeta, que no genere residuos irre recuperables y que su velocidad de consumo no sea superior a la velocidad de regeneración de la fuente energética de la materia prima utilizada del mismo. De esta manera son fuentes de energías renovables: la energía solar (térmica, termoeléctrica y fotovoltaica), eólica, hidroeléctrica, aerotérmica, geotérmica, marina (mareas, oleaje, gradiente térmico), biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás [4].

Análisis de datos cualitativos

El análisis de datos cualitativos es el conjunto de operaciones empíricas y conceptuales mediante las cuales se construyen y procesan los datos con el fin de ser interpretados [5]. Para realizar el análisis cualitativo se aportan las siguientes recomendaciones: focalizar el objeto de estudio, ampliar y modificar el plan de recolección de información [6], leer repetidamente la información recolectada y revisar literatura sobre el objeto de estudio, [7]. Las operaciones analíticas descriptivas más comúnmente usadas para el análisis cualitativo son: la categorización y codificación, ordenación y clasificación, establecimiento de relaciones, establecimiento de redes causales y modelos interpretativos [8].

Categorización y codificación

Categorizar consiste en “ponerle nombre” y definir cada unidad analítica. Dentro de cada categoría se pueden definir subcategorías. La categorización puede realizarse de dos maneras distintas pero complementarias: deductiva o inductivamente. En la categorización deductiva, las categorías se derivan de los marcos teóricos. La

categorización es inductiva cuando las categorías “emergen de los datos” con base en los patrones y recurrencias presentes en ellos [9].

Una vez definidas las categorías de análisis se sugiere asignarles códigos que faciliten el manejo de la información. Estos códigos pueden ser numéricos, por letras u otros símbolos. Obtenidas las categorías, se procede a revisar la información y agruparla por categorías, realizando fichas, según la fuente de la que se obtuvieron [10].

Estructuración

Una metodología adecuada para descubrir estructuras teóricas sigue un movimiento en espiral, del todo a las partes y de las partes al todo, aumentando en cada vuelta el nivel de profundidad y de comprensión. El mejor modo de comenzar la estructuración es seguir el proceso de integración de categorías menores en categorías más generales, a fin de identificar la “categoría central”. Es útil la elaboración de gráficos (con flechas y tipos de relaciones), que permiten integrar las categorías y captarlas en forma simultánea [11].

Contrastación

Esta etapa consiste en relacionar y contrastar sus resultados con aquellos estudios que se presentaron en el marco teórico referencial, para ver cómo aparecen desde perspectivas diferentes y explicar mejor lo que el estudio verdaderamente significa. Esto

lleva hacia la reformulación, reestructuración, ampliación o corrección de construcciones teóricas previas, logrando con ello un avance significativo en el área [11].

Teorización

En las investigaciones cualitativas existen tres posibilidades de uso de la teoría [12]:

- *Confirmación de teorías existentes*: En este caso, no se trata del traslado de una teoría a la situación particular, sino de emplear el repertorio conceptual existente en función de las peculiaridades de los datos producidos.

- *Desarrollo de teorías previas*: Se pueden hacer desarrollos de tipologías o modelos previos, al incluir una nueva categoría o concepto o al sugerir otros niveles de relación no previstos por la teoría inicial.

Generación de teorías originales: Implica una construcción conceptual apropiada de los fenómenos específicos que se investigan y se valora la perspectiva de los participantes más que las categorías previas externas. Ello no quiere decir que el análisis de la información sea neutral; en todo momento de una investigación están presentes los conocimientos previos.

Método

Tipo de investigación

La investigación se desarrolló según el paradigma cualitativo. Éste se basa en profundizar casos específicos y no en generalizar. Su preocupación no es prioritariamente medir, sino cualificar y describir [13].

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la formulación de los procedimientos se empleó como técnica el análisis documental, definida como la búsqueda, análisis, crítica e interpretación de datos obtenidos y registrados en fuentes documentales [14]. Para la recolección de datos en la fase de aplicación de la metodología propuesta, se utilizaron la observación participante y la entrevista. En la observación participante el investigador convive con los sujetos que desea investigar, al participar en sus actividades cotidianas; por su parte, la entrevista adopta la forma de diálogo a través de grabaciones y anotaciones [15].

En este caso se observaron en las comunidades seleccionadas el tipo de problemas que se generan en el ámbito energético, las fuentes de biomasa y la disposición de la misma, además de conversar con los informantes claves acerca de dichos tópicos. De acuerdo a las técnicas empleadas, los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron la guía de observación, la guía de entrevista, cámaras, videograbadoras y cuaderno de anotaciones.

La metodología propuesta se dividió en tres fases: categorización, estructuración y contrastación. Se inició con el planteamiento del proceso de categorización, que tiene como finalidad establecer categorías y subcategorías. Seguidamente, se inició el procedimiento de estructuración, siguiendo el proceso de integración de categorías específicas en categorías generales, esta etapa tiene como objetivo crear constructos, definidos como “propiedades subyacentes, que no pueden medirse en forma directa, sino mediante indicadores” [16]. Posteriormente, se estableció el procedimiento de contraste, como técnica para relacionar y contrastar los resultados con estudios similares. Su finalidad consiste en determinar las unidades teóricas que constituirán la formulación de la teoría. Finalmente, se elaboró un esquema que representa la conexión entre las fases que son necesarias para alcanzar alguno de los niveles de teoría planteados.

Aplicación del procedimiento formulado a un caso de investigación

Se aplicó el procedimiento propuesto en la fase anterior para el análisis de los datos obtenidos en la fase de diagnóstico de las comunidades de acuerdo a su potencial de biomasa residual y necesidades energéticas; mediante observación participante y entrevistas semiestructuradas; este diagnóstico corresponde a la primera fase del tema de investigación “sistemas de aprovechamiento energético en comunidades de la península de Paraguaná”, desarrollado bajo el enfoque cualitativo y metodología investigación acción participativa.

Presentación, análisis e interpretación de resultados

En la Figura 1, se representa el procedimiento planteado para categorizar la información, éste inicia con el análisis del objetivo de investigación o de las preguntas de investigación. A partir de allí, se establecen las categorías deductivas con base en el marco teórico; posteriormente, se definen las categorías inductivas analizando los datos obtenidos.

Al comparar las categorías deductivas con las inductivas, se definirán las categorías iniciales, a las cuales se asignarán códigos para facilitar el manejo de la información.

Luego de codificar las categorías se realizarán fichas con la información correspondiente a cada categoría, según la fuente de la que se obtuvieron. Finalmente, se elaborarán cuadros de categorías, los cuales deberán ser revisados continuamente, con la finalidad de suprimir, agregar, o expandir las categorías, hasta obtener el cuadro final del conjunto de categorías.

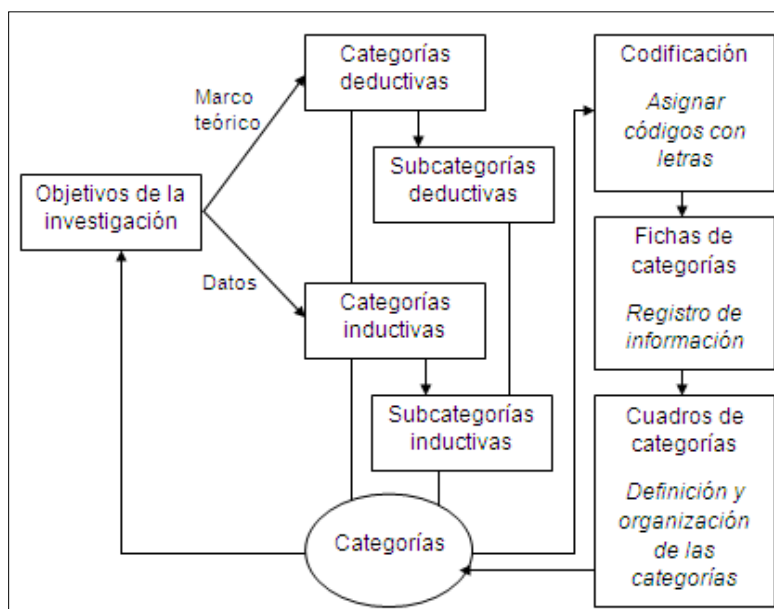


Figura 1: Procedimiento para la categorización.

En la Figura 2 se presenta el procedimiento propuesto para la fase de estructuración, se inicia con la agrupación y relación de las categorías para determinar la “categoría central”, ésta representa la base de las demás categorías. Posteriormente, se deben establecer las relaciones entre las categorías, según los lineamientos: “en función de”, “es parte de”, “es consecuencia de”, “es condición para”, “es estrategia para”, “es causa de”, “es contexto de”, “está asociado con” [12]. Finalmente, se identificarán los elementos integradores de cada categoría con la finalidad de definir los constructos en forma de hipótesis descriptivas, correlacionales o causales.

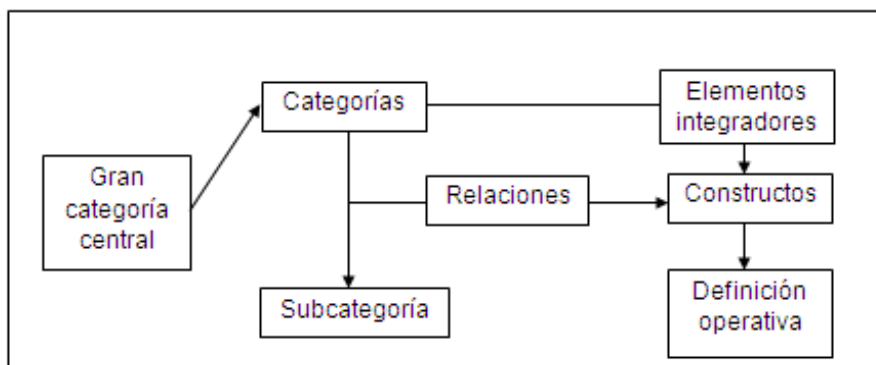


Figura 2: Procedimiento para la estructuración

Para la fase de contrastación se elaboró el procedimiento mostrado en la Figura 3; se parte de la estructuración, al identificar los elementos integradores de la definición operativa de los constructos. De acuerdo al registro de antecedentes, se seleccionarán los más adecuados para obtener los elementos referenciales; los cuales se relacionarán y contrapondrán con los elementos integradores para deducir de acuerdo a las diferencias con las teorías previas las unidades teóricas que constituirán la teoría a generar.

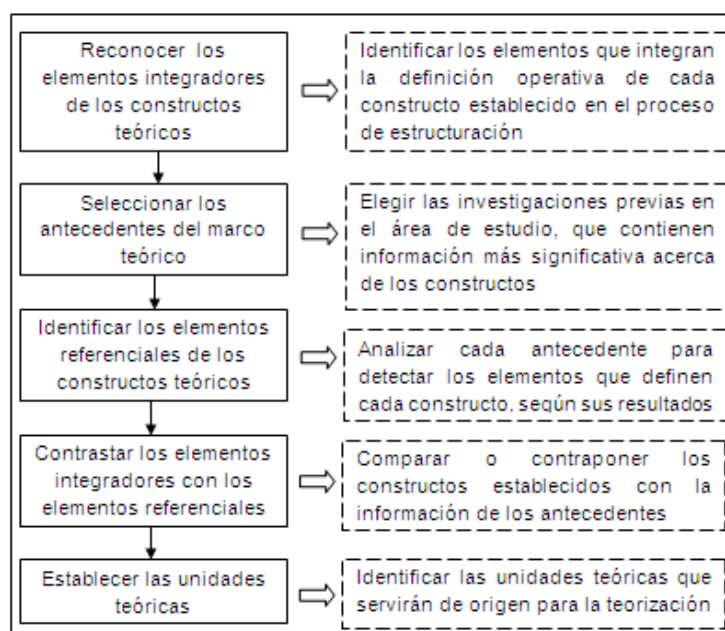


Figura 3: Procedimiento para la contrastación

En la Figura 4, se representa el esquema de pasos generales a seguir para abordar la teorización.

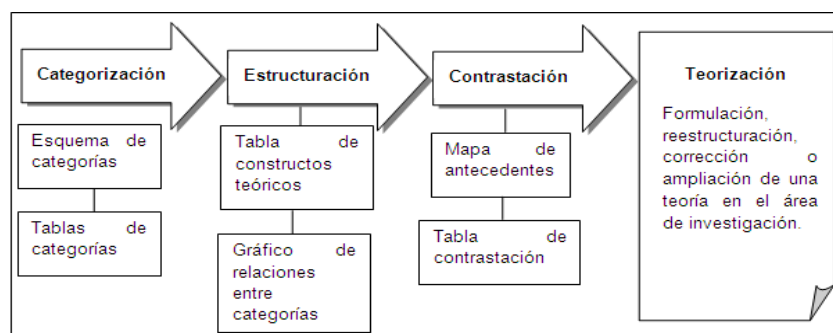


Figura 4: Esquema para la teorización

Aplicación del procedimiento formulado a un caso de investigación

En la Figura 5, se presentan las categorías y subcategorías deductivas e inductivas establecidas, de acuerdo al diagnóstico realizado en las comunidades bajo dos aspectos fundamentales: requerimientos energéticos y fuentes de biomasa residual disponibles.

Objetivo	Categorías deductivas	Subcategorías deductivas	Categorías inductivas	Subcategorías inductivas
Diagnosticar las comunidades de acuerdo a sus requerimientos energéticos y fuentes de biomasa residual	Necesidades energéticas	Energía eléctrica	Requerimientos energéticos de la comunidad para su bienestar y desarrollo productivo	Ausencia de electricidad
		Energía térmica		Fallas en el servicio eléctrico
		Combustibles gaseosos		Escasez gas doméstico
		Combustibles líquidos		Necesidad de iluminación
		Residuos forestales		Impacto ambiental por la disposición de los residuos
	Fuentes de biomasa residual	Residuos agrícolas	Recursos de biomasa residual naturales y derivados de actividades domésticas y productivas de la comunidad	Disponibilidad de residuos forestales
		Residuos sólidos urbanos		Generación de residuos urbanos
		Residuos industriales		Generación de residuos agrícolas

Figura 5: Esquema de categorías y subcategorías

En la Tabla 1, se definen las categorías surgidas de los datos (inductivas) y se codifican cada una de las subcategorías derivadas de estas.

Tabla 1: Definición y codificación de las categorías y subcategorías

Categorías inductivas	Definición	Código	Subcategorías inductivas	Código
Requerimientos energéticos de la comunidad para su bienestar y desarrollo productivo	Las comunidades requieren servicios de energía para vivir bien y emprender su desarrollo endógeno	RE	Ausencia de electricidad	AE
			Fallas eléctricas	FE
			Escasez de gas	EG
			Necesidad de iluminación	NI
Recursos de biomasa residual naturales y derivados de actividades cotidianas y productivas de la comunidad	Las comunidades poseen fuentes de biomasa residual diversas, como productos de la naturaleza y de sus actividades domésticas y laborales	BR	Impacto ambiental por los residuos	IA
			Residuos forestales	RF
			Residuos urbanos	RU
			Residuos agrícolas	RA

En la Figura 6, se presentan las relaciones establecidas entre las categorías y subcategorías generadas en el proceso de categorización, la categoría central está representada por el aprovechamiento de biomasa residual en las comunidades.

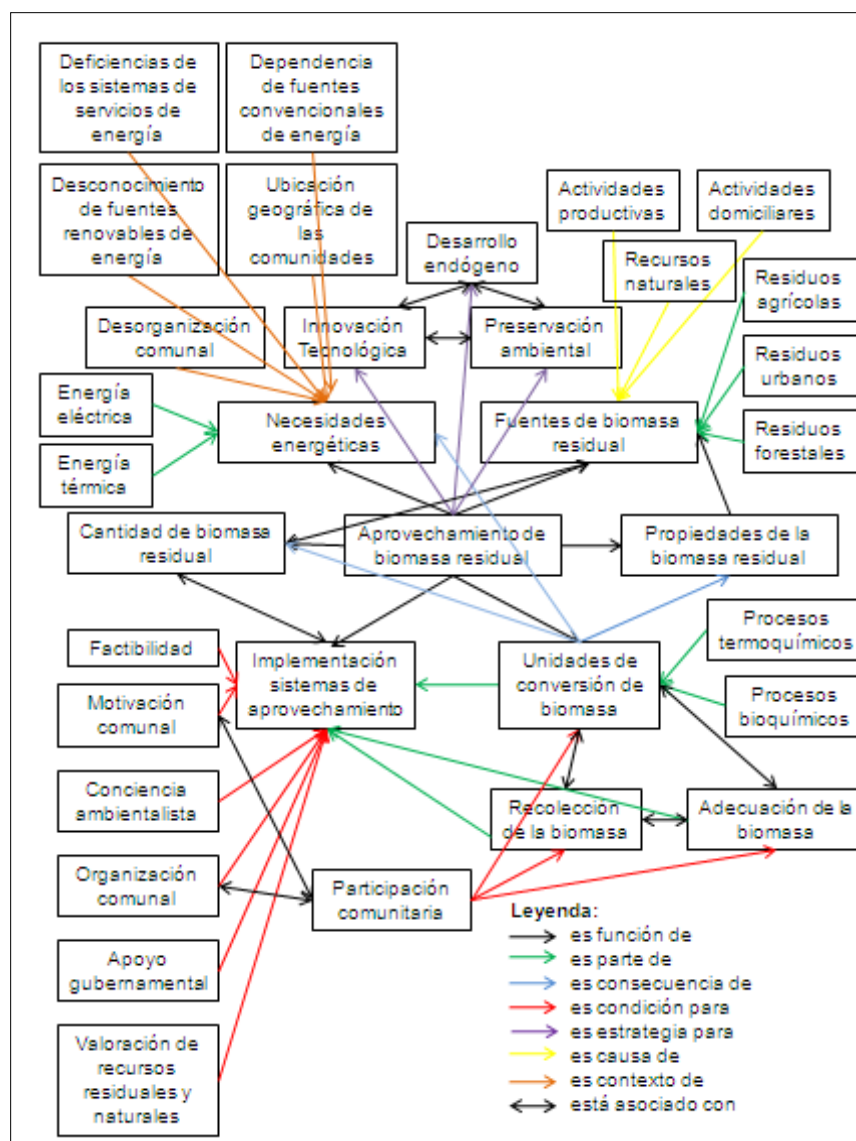


Figura 6: Relaciones entre categorías y subcategorías

En la Tabla 2, se presentan los constructos generados como causales, descriptivos o correlacionales, con sus respectivos elementos integradores que surgieron como indicadores de la definición operativa realizada a partir de la interpretación de los datos obtenidos. Como causales, se definen aquellos que indican su causa, como correlacionales la relación entre dos o más hechos y como descriptivos los que caracterizan la realidad detectada.

Tabla 2. Definición de los constructos teóricos

Constructo	Elementos integradores	Definición operativa
Necesidades energéticas (causal)	Electricidad	Las principales necesidades energéticas de las comunidades de la península de Paraguaná son la electricidad, gas e iluminación, debido a su ubicación distante de las redes de servicio eléctrico, a las deficiencias del sistema energético convencional y a la falta de apoyo gubernamental y organización comunal.
	Gas	
	Iluminación	
	Ubicación geográfica	
	Deficiencias del sistema energético	
	Falta de apoyo gubernamental	
	Carencia de organización comunal	
Fuentes de biomasa residual (descriptivo)	Actividades productivas	Las comunidades de la península de Paraguaná disponen de diferentes tipos de biomasa residual: agrícola, forestal y urbana, generada de sus actividades productivas y domiciliarias.
	Actividades domiciliarias	
	Residuos agrícolas	
	Residuos forestales	
Sistemas de aprovechamiento energético (correlacional)	Residuos urbanos	La implementación de modelos de aprovechamiento energético en la península de Paraguaná requiere de sistemas factibles, capaces de ser operados y gestionados por una comunidad participativa, organizada, ambientalista y motivada hacia el aprovechamiento de biomasa.
	Factibilidad	
	Conciencia ambiental	
	Comunidad organizada	
	Motivación personal	
	Planificación comunitaria	

En la Figura 7, se presenta información acerca de 4 antecedentes para contrastar sus resultados con los constructos teóricos, en la parte inferior se presentan los constructos denominados referenciales, es decir las categorías claves de cada investigación que se contrastarán con los constructos teóricos generados.

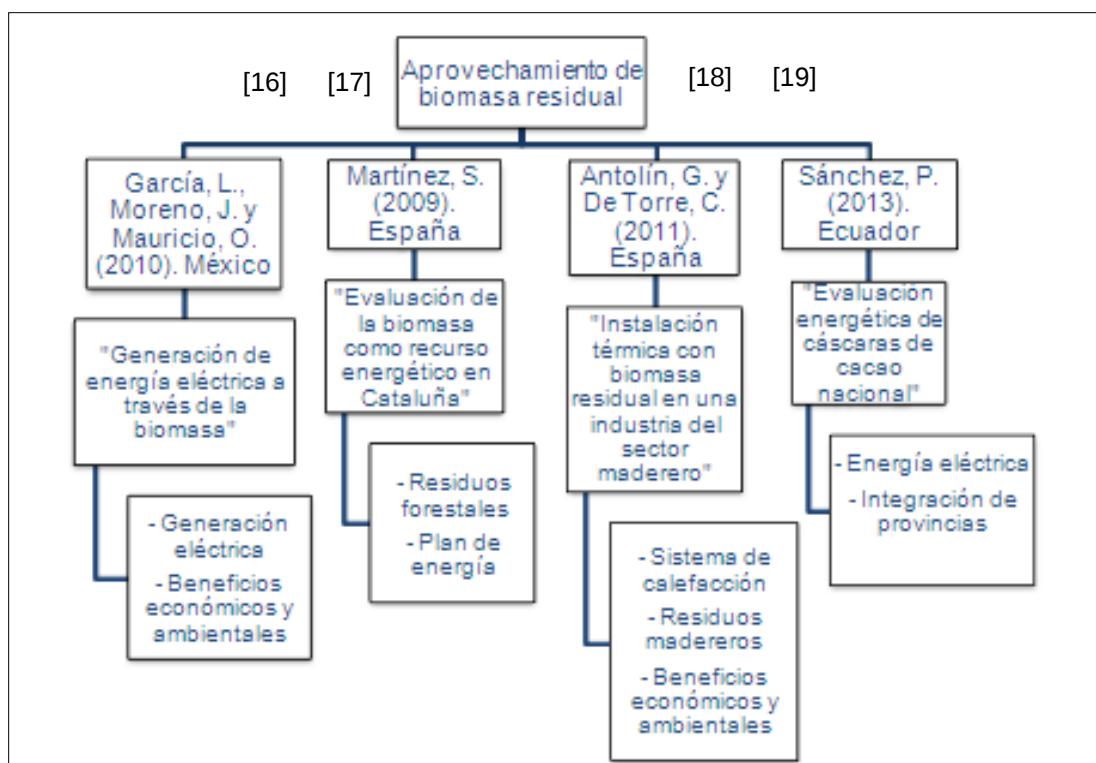


Figura 7: Constructos referenciales

En la Tabla 3, se muestra el contraste de los constructos establecidos; es decir, la comparación entre la teoría existente y la realidad social estudiada, de este contraste surgieron las unidades teóricas fundamentales que constituirán la teoría a generar, este contraste se muestra para los 3 constructos integradores establecidos en la estructuración.

Tabla 3: Contrastación de constructos

Constructo	Contraste
Necesidades energéticas	La necesidad más común es la energía eléctrica. En los antecedentes, esta necesidad se da por los altos costos del sistema convencional, en las comunidades en estudio las necesidades se deben a fallas o ausencia del sistema convencional.
Fuentes de	En las comunidades de la península de Paraguaná no se

biomasa residual no aprovechadas dispone de residuos industriales, como en algunos antecedentes, en común se tiene que la biomasa no se aprovecha debido a la dependencia del sistema energético convencional y al desconocimiento del potencial de la misma y de sus beneficios ambientales.

Sistemas de aprovechamiento de biomasa residual Los sistemas de aprovechamiento de referencia son viables técnica y económicamente, beneficiosos para el ambiente, requieren de tecnologías disponibles en el mercado para ser operadas por personal especializado, la inversión se realiza por parte del gobierno o empresas privadas. El sistema que se persigue es una organización comunitaria, capaz de ser operado por los habitantes de las comunidades, con el apoyo del gobierno y de personal especializado, incentivando la conciencia ambientalista.

Del análisis de la contrastación, se deduce las siguientes unidades teóricas, que servirán de guía como elementos principales en la teoría a generar: necesidades energéticas, fuentes de biomasa residual y sistema comunitario de aprovechamiento de biomasa residual.

Conclusiones y recomendaciones

Los resultados de una investigación como un aporte a la sociedad, deben concebirse como el producto de un proceso organizado metodológicamente, procedente del desarrollo de tres etapas clave: la categorización, la estructuración y la contrastación de los datos cualitativos obtenidos.

El procedimiento general planteado en la metodología como recurso didáctico para emprender la teorización es cíclico, de acción participativa y de evaluación constante entre los investigadores y los sujetos de estudio.

Es recomendable que los datos y resultados de cada etapa de la metodología propuesta se analicen en el grupo de investigación, por medio de la crítica y autocrítica

constructivas de los participantes, para tomar decisiones en conjunto acerca de la comprensión y abordaje de los problemas de investigación.

Se recomienda aplicar el procedimiento formulado considerando la retroalimentación de los sujetos implicados en el estudio y divulgando los resultados como un producto que sirva de ejemplo a otras investigaciones.

La metodología propuesta puede ser ampliada mediante un trabajo de investigación que implique la triangulación, como proceso para el análisis de datos cualitativos.

Referencias

- [1] Taylor S.J. y Bogdan R., *Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación. La Búsqueda de Significados*, México: Paidós, 1990, cap. 1.
- [2] Strauss S. y Corbin J., *Bases de la Investigación Cualitativa. Técnicas y Procedimientos para Desarrollar la Teoría Fundamentada*. Medellín: Universidad de Antioquia, Contus, 2002.
- [3] García E., Gil J.y Rodríguez G., *Metodología de la Investigación Cualitativa*, Málaga: Aljibe, 1996.
- [4] Gari M., “Estudio sobre el empleo asociado al impulso de las energías renovables en España 2010,” Trabajo de investigación, Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y Salud, España, nov. 2010.
- [4] Goetz J. P. y. Le Compte L. D, *Etnografía y Diseño Cualitativo en Investigación Educativa*, Madrid: Morata, 1982.
- [5]. Taylor S.J y. Bogdan R, *Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación*, Barcelona: Paidós, 1992.
- [6] Briones G., *La Investigación Social y Educativa*, Módulo 2 del curso de educación a distancia, Formación de docentes en investigación educativa, Bogotá: Secretaría A. Educativa del Convenio Andrés Bello, 1990.
- [7] Torres, *Estrategias y Técnicas de Investigación Cualitativa*, Módulo II de investigación, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Bogotá: Universidad Surcolombiana, 1996.
- [8] Bonilla E.y Rodríguez P., *Más Allá del Dilema de los Métodos*, Colombia: Nomos, 2005.
- [9] Isaza G., *Análisis, Interpretación y Construcción Teórica en la Investigación Cualitativa*, Centro de educación a distancia, Colombia: Universidad de Manizales, 2002.
- [10] Martínez M., “Proceso de teorización,” en *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*, México: Trillas, 2004, pp. 259-263.
- [11] Martínez M., “Categorización, estructuración, contrastación y teorización,” en *La investigación cualitativa etnográfica en educación*, Bogotá: Círculo de Lectura Alternativa, 2000, cap. 9, secc. 3, pp. 263 - 283.
- [12] Bernal C., *Metodología de la Investigación*, México: PEARSON, Naucalpan, 2006.

- [13] Arias F., *El proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*, Venezuela: Episteme, 2006.
- [14] Martínez M., *La Investigación Cualitativa en Educación*, México: Trillas, 2007.
- [15] Briones G., *Metodología de la Investigación en las Ciencias Sociales*. Bogotá: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, 2002.
- [16] García L., Mauricio O.y Moreno J., “Generación de energía eléctrica a través de la biomasa,” Tesis para obtener el título de ingeniero electricista, Instituto Politécnico Nacional, México, abr. 2010.
- [17] Martínez S., “Evaluación de la biomasa como recurso energético en Cataluña,” Tesis Doctoral, Universidad de Girona, España, ene. 2009.
- [18] Antolín G. y De Torre C., “Instalación térmica con biomasa residual en una industria del sector maderero,” Trabajo de investigación, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, España, 2011.
- [19] Sánchez P., “Evaluación energética de cáscaras de cacao nacional,” Tesis de maestría en planificación y gestión energética, Universidad de Cuenca, Ecuador, oct. 2009.