



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Redes sociales: un análisis de fortalezas y debilidades
de la Cooperativa Ya Munts'i B'ehña

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ACTUARIA

PRESENTA:

INGRID ANALÍ LÓPEZ CAMPOS

TUTORA

DRA. BIBIANA OBREGÓN QUINTANA



CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno.

López

Campos

Ingrid Analí

55 29 92 67 16

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Actuaría

308292895

2. Datos del Asesor.

Dra.

Bibiana

Obregón

Quintana

3. Datos del Sinodal 1.

Dr.

Pedro Eduardo

Miramontes

Vidal

4. Datos del Sinodal 2.

Dra.

María del Pilar

Alonso

Reyes

5. Datos del Sinodal 3.

Dra.

Nathalie Roberte Chantal

Cabirol

6. Datos del Sinodal 4.

M. en P.

Nina

Castro

Méndez

7. Datos de la Tesis.

Redes sociales: un análisis de fortalezas y debilidades
de la Cooperativa Ya Munts'i B'ehña

79 p

2019

Agradecimientos

Expreso mi gratitud a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias por mi formación profesional como Actuarial. De forma muy especial agradezco al Programa PAPIIT IA303418 Redes sociales, complejidad, conectividad y centralidad, por el apoyo económico que me permitió desarrollar y culminar la presente tesis.

Extiendo mi agradecimiento a todas aquellas personas que me alentaron en este proceso, en especial agradezco a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, por siempre estar, por sus consejos y por creer en mí. También, agradezco a mis amigos por estar presentes y por acompañarme durante el desarrollo de este trabajo.

A Bibiana por ser mi tutora, por su compromiso, apoyo y orientación que me permitió dar forma a este trabajo, además agradezco la confianza que me brindó, su paciencia, todo el aprendizaje que me ha dejado, el permitirme trabajar en su cubículo, por los dulces y cafés compartidos, por todo inmensamente gracias.

A mis sinodales por enriquecer esta tesis con sus comentarios y sugerencias, muchas gracias a la Dra. María del Pilar Alonso Reyes, a la Dra. Nathalie Roberte Chantal Cabirol, a la M. en P. Nina Castro Méndez y al Dr. Pedro Eduardo Miramontes Vidal.

A las artesanas de la cooperativa Ya Munts'i B'ehña por responder mi encuesta, en especial a Conchita por darme la información que solicité y que me permitió realizar este proyecto.

A la Bióloga Alejandra Sánchez Ramírez, a la Dra. Nathalie Roberte Chantal Cabirol y al Dr. Marcelo Rojas Oropeza por ayudarme a entender los usos y costumbres de la comunidad y por su apoyo en las visitas a la misma.

INGRID

A mi familia
(Edith, Guadalupe y Alex)

Índice General

Índice de Tablas	IV
Índice de Figuras	V
Introducción	1
1. Antecedentes	3
1.1. Pueblo Otomí-Hñähñú	4
1.1.1. Incursión de religiones no católicas en las comunidades O-H	7
1.2. Comunidad El Alberto	8
1.2.1. Organización Comunitaria	10
1.3. Cooperativa <i>Ya Munts'i B'ehña</i> (Mujeres Reunidas)	13
1.3.1. Organización de la Cooperativa	15
2. Marco Teórico de Redes	18
2.1. Antecedentes Históricos	19
2.1.1. Desarrollo del análisis de redes sociales	23
2.2. Definiciones básicas	24
2.3. Definiciones de redes sociales	28
3. Metodología	36

3.1. Población de estudio	36
3.2. Recolección de datos	37
3.3. Modelación y generación de métricas	39
3.3.1. Métricas de Reciprocidad y Similitud	41
3.4. Análisis y resultados	41
4. Resultados	42
4.1. Red de confianza	42
4.2. Red de Parentesco	56
4.3. Análisis conjunto	59
4.4. Recomendaciones para fortalecer la red de confianza de la Coope- rativa Ya Munts'i B'ehña	63
Conclusiones	65
Anexos	67
A. Calculos de Gephi	69
A.1. Coeficiente de Clustering	69
A.2. Diámetro, distancia geodésica media, grado de cercanía y centra- lidad intermedia.	70
A.3. Componentes conexos	71
A.4. Algoritmo de HITS	72
A.5. Modularidad	72
B. Códigos de R	74
B.1. Métrica de Reciprocidad	74
B.2. Métrica de Similitud	75

C. Ficha personal de la artesana 76

Referencias 77

Índice de Tablas

1.1. Clasificación de socias	15
2.1. Tamaño de la red	26
3.1. Variables de Composición	37
3.2. Tabla de enlaces red de confianza.	40
3.3. Tabla de enlaces red de parentesco.	40
3.4. Tabla de nodos red de confianza.	40
4.1. Medidas de Centralidad.	45
4.2. Cargos comunitarios de las artesanas y sus esposos.	46
4.3. Nodos resultantes en autoridad.	47
4.4. Nodos resultantes en hub.	48
4.5. Nodos resultantes en centralidad intermedia.	49
4.6. Medidas de centralidad para la red sin el nodo 30.	52
4.7. Medidas de centralidad para la red sin el nodo 61.	54
4.8. Medidas de Centralidad de FA.	58
4.9. Medidas de Centralidad de FD.	59
4.10. Equivalencia de etiquetas.	61

Índice de Figuras

1.1. Organización Comunitaria de El Alberto	11
1.2. Organización de la Cooperativa <i>Ya Munts'i B'ehña</i>	17
2.1. Puentes de Königsberg, Prusia. <i>[Fuente]: (Expansión, 2011)</i>	19
2.2. Planteamiento de Euler del problema de los puentes de Königsberg	20
2.3. Modelo de Erdős-Rényi	21
2.4. Modelo de mundo pequeño	22
2.5. Modelo de libre escala	22
2.6. Red no dirigida	25
2.7. Red dirigida	25
2.8. Díadas	29
4.1. Red de confianza de la Cooperativa Ya Munts'i B'ehña.	43
4.2. Componente gigante de la red de confianza.	44
4.3. Simulación de eliminación del nodo 30.	50
4.4. Simulación de eliminación del nodo 61.	53
4.5. Simulación de la eliminación de ambos nodos (30 y 61).	55
4.6. Red de parentesco de la Cooperativa Ya Munts'i B'ehña.	57
4.7. Nodos centrales de la red de confianza ubicados en la red de parentesco.	60

4.8. Comunidades de la red de confianza. 63

Introducción

En México las comunidades indígenas han sido segregadas del desarrollo económico, político, social y cultural. De hecho, existe una fuerte discriminación hacia el mundo indígena al grado de que, si estas personas conservan su cultura y tradiciones, se les considera atrasadas e ignorantes. Lo anterior ha llevado a que los mismos indígenas abandonen y rechacen su cultura e identidad al tratar de buscar oportunidades, que creen pueden ser mejores, fuera de su comunidad (Albertani, 1999). En la mayoría de las comunidades es aún más fuerte la relegación hacia la mujer, devaluando su trabajo y su aportación indispensable a la vida familiar, social y económica (Albertani, 1999).

De manera específica, el estado de Hidalgo ha albergado a diversos grupos indígenas, en la región del Valle del Mezquital se encuentra uno de los más importantes, el pueblo Otomí-Hñähñú. Este pueblo ha tenido que adaptarse a sus necesidades internas y a fenómenos estructurales, como la migración, y en el proceso han modificado sus tradiciones, usos y costumbres. Dichas modificaciones han permitido que las mujeres participen en el ámbito comunitario y que asuman más fácilmente la jefatura familiar, sobre todo cuando el hombre ha migrado. En consecuencia, las mujeres se han involucrado en la economía local, el trabajo comunitario y la toma de decisiones.

Así, las mujeres han asumido cargos públicos como miembros de comités e integrantes en proyectos de organizaciones independientes, como la Cooperativa *Ya Munts'i B'ehña* (Mujeres reunidas). La cooperativa tiene sede en la comunidad El Alberto, la cual está ubicada en la parte desértica del Valle del Mezquital, su finalidad primordial es vender y exportar sus artesanías, dentro de los estándares del comercio justo. Debido a lo anterior, es la principal fuente de ingresos de las mujeres artesanas, por lo que su supervivencia es, en demasía, importante.

Por otra parte, se considera que la teoría de redes es una herramienta útil que permite modelar y analizar sistemas sociales, pues proporciona una estructura matemática llamada red, la cual representa a las personas con nodos y los vínculos

entre ellas con enlaces. En este trabajo, se busca modelar y estudiar las relaciones entre las artesanas que son miembros de la cooperativa, mediante un análisis de redes sociales. Por tanto, el objetivo principal de la presente tesis es identificar fortalezas y debilidades de las mujeres artesanas y por ende, de la Cooperativa *Ya Munts'i B'ehña*.

A fin de lograr el objetivo este trabajo se estructura de la siguiente manera: El capítulo 1 presenta una perspectiva histórica del pueblo Otomí-Hñähñú, después se enfoca en la comunidad El Alberto y por último, en la Cooperativa *Ya Munts'i B'ehña*. El capítulo 2 aborda antecedentes históricos del desarrollo de teoría de redes y del análisis de redes sociales, además, se definen los conceptos teóricos necesarios para el desarrollo de este trabajo. En el capítulo 3 se explica la metodología seguida. En el capítulo 4 se muestran los resultados obtenidos y se interpretan las métricas importantes. Por último, se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

Capítulo 1

Antecedentes

El término indígena¹ tiene su origen en la época colonial y define a una población que comparte una tradición cultural de raíz prehispánica y, que retiene entre sus rasgos más importantes, el hablar una lengua indígena o el asumir una identidad con esa tradición (también pueden tener ambos rasgos). Los pueblos indígenas toman una identidad étnica con base en su cultura, sus instituciones y una historia que los define como pueblos autóctonos descendientes de las sociedades mesoamericanas (Zolla and Zolla Márquez, 2004).

En México existen alrededor de 65 pueblos indígenas, distribuidos por toda la nación, por lo que cuenta con una gran riqueza cultural y étnica. El estado de Hidalgo, junto con otras entidades del país, ha albergado desde la época prehispánica a grupos indígenas, mismos que se fueron extinguiendo (toltecas, chichimecas, huastecos y pames), pero que aún persisten tres: nahuas, otomíes y tepehuas, no obstante, este trabajo solamente revisará algunos aspectos de los otomíes.

La raíz y significado del grupo otomí es *totomítl* "flechador de pájaros", se caracterizan por una relativa estabilidad de la población indígena y por la conservación de la lengua autóctona (otomí-hñähñu). Se encuentran en dos regiones geográficamente diferentes de esta entidad, pero sólo se menciona la región del Valle del Mezquital. Después de los nahuas, es el grupo más importante de esta región y hoy en día se autodenominan como hñähñús (hñä de hablar y hñú de nariz) que significa "los que hablan la lengua nasal" (Quezada Ramírez, 2008).

El funcionamiento de este pueblo indígena responde a cambios que se han pre-

¹Definición de la RAE: Originario del país de que se trata.

sentado en tiempos recientes pero también a sus raíces históricas (Quezada Ramírez, 2015). Han tenido que adaptarse no sólo por sus necesidades internas sino también por fenómenos estructurales, como la migración internacional, y en el proceso han tenido que modificar sus tradiciones, usos y costumbres.

Este capítulo inicia dando una perspectiva histórica del pueblo Otomí-Hñähñú, después se enfoca en la comunidad de El Alberto y finalmente en la Cooperativa *Ya Munts'i B'ehña*.

1.1. Pueblo Otomí-Hñähñú

La historia del pueblo Otomí-Hñähñú (en lo sucesivo O-H) se remonta a tiempos muy antiguos y está llena de luchas constantes por el progreso cultural, social y económico. Existían desde el periodo teotihuacano y ocuparon las mismas regiones durante la época tolteca, los O-H construyeron la ciudad de Tula bajo su dominio, y por lo tanto, han estado presentes en el Valle del Mezquital desde alrededor del 250 A.C (Schmidt, 2006). Tras la disolución del imperio Tolteca ocurrió una invasión de chichimecas que afectó su composición física y cultural. En el período que va desde la caída de Tula a la conquista española, los O-H se extendieron hacia el este y el sureste e incorporaron muchos elementos chichimecas a su cultura, al mismo tiempo que aumentó entre ellos la población de habla nahua y su influencia (Quezada Ramírez, 2008).

Para resistir la conquista de los chichimecas y luego de los españoles, los O-H se retiraron a las zonas más áridas y desoladas del valle, con la esperanza de que si dejaban sus tierras más fértiles a los conquistadores, garantizarían la paz. Lo anterior impuso serias limitaciones a su participación en el desarrollo de la región, en consecuencia fueron explotados como mano de obra barata y sumisa por parte de los caciques, que se establecieron en el área para explotar y concentrar los recursos disponibles (Schmidt, 2006). Al ser oprimidos por las élites regionales en el poder, promovieron las estructuras comunales tradicionales construidas en respuesta a los desafíos económicos y ecológicos (Schmidt, 2012).

En el colonialismo reforzaron sus estructuras tradicionales comunitarias en un esfuerzo por contrarrestar los ataques a sus formas de vida, de ideología y cultura. Desde que México logró su independencia, los O-H, al igual que muchas minorías étnicas, vivieron aislados de la nación-estado mexicano, por lo que en 1951 se creó el Patrimonio Indígena del Valle del Mezquital (PIVM) (Schmidt, 2006) a través de un decreto presidencial y por recomendación de científicos so-

ciales atendiendo los problemas de desolación y pobreza extrema en la que vivían. Sin embargo, estos esfuerzos se vieron afectados por las contradicciones entre el gobierno mexicano y las diferentes facciones regionales y locales, que no podían ponerse de acuerdo sobre si las organizaciones indígenas deberían ser autónomas o estar sujetas a los intereses del gobierno central o de las élites locales (Schmidt, 2006).

El PIVM, que fue creado para promover el desarrollo y la integración económica de la población indígena del valle cayó en manos de los caciques locales que poseían grandes propiedades en áreas altamente productivas, especialmente en el municipio de Ixmiquilpan, no obstante, esta situación fue cambiando después de que Maurilio Muñoz, antropólogo O-H, fuera nombrado director del PIVM en 1970. Su nombramiento tuvo lugar en un período de descontento social generalizado, en el cual muchos sectores de la población, principalmente la población indígena, presionaban por una mayor autonomía local y regional. Su dirección fue crítica para el futuro de las comunidades² indígenas de la región, pues logró relaciones más igualitarias que las reconocían como socios activos en su propio desarrollo, esto gracias a que implementó programas de capacitación en liderazgo para los líderes comunales. También, les dio a estos líderes el derecho a negociar como iguales con los funcionarios de gobierno y otros agentes políticos, pues los reconoció como representantes legítimos de sus comunidades. Desde ese momento cada comunidad cuenta con organización social propia y de autogobierno, basada en sistemas de cargos adaptados a sus condiciones sociopolíticas (Schmidt, 2006).

Las comunidades del Valle del Mezquital eligen a sus autoridades por usos y costumbres, siendo el delegado la autoridad civil de la comunidad por excelencia, pues tiene representación legal y reconocimiento del Estado. Persisten diversos elementos indígenas como las asambleas, el sistema de cargos y las faenas. Las primeras se convierten en máxima autoridad y es el espacio donde se resuelven los asuntos más relevantes para la comunidad, mediante el consenso y voto democrático. El sistema de cargos sigue cierta lógica como la rotación, el servicio gratuito, jerarquía y prestigio social. En cuanto a la faena, es el trabajo que ofrecen los integrantes de la comunidad especialmente para el desarrollo comunitario. Todo lo anterior define una identidad comunitaria que se formaliza en la asamblea y en la famosa *lista de ciudadanos* (archivo que resguardan las autoridades comunitarias donde se encuentra el historial de cada miembro considerado como ciudadano) (Quezada Ramírez, 2015).

² *Comunidad* es quizás la categoría más usada por la antropología para referirse a la estructura social básica, suprafamiliar, de los pueblos indígenas, también se usa frecuentemente como sinónimo de localidad (como unidad demográfico-territorial), pueblo, paraje e incluso de población indígena (Zolla and Zolla Márquez, 2004).

La ciudadanía se adquiere por nacimiento y es ostentada por el varón. La edad para participar en los derechos y obligaciones comienza a los 18 años (16 años si no asiste a la escuela). El ciudadano tiene derechos y obligaciones, entre los primeros se encuentran la posesión de la tierra, el acceso a los servicios públicos (agua potable, drenaje, luz, clínica de salud, escuela, etc.), voz y voto en la asamblea y ser electo para ocupar un cargo. Con respecto a sus obligaciones se encuentra la participación en el trabajo colectivo (faena) que puede ser con trabajo físico, con dinero o en especie. Esta ciudadanía está sujeta a la participación y el cumplimiento de las responsabilidades de la comunidad, se define por su carácter social (no individual) y también, se ajusta a las definiciones de ciudadanía como un poder para las masas para que puedan actuar y resolver los conflictos sociales, naturales o culturales por sí mismos. Existen sanciones sociales, algunas veces materiales, que aplican a aquellos que se niegan a participar y contribuir en estos requisitos de la comunidad (Schmidt, 2012).

La tierra y el sentido de identidad se definen de manera mutua, durante siglos los O-H lucharon contra los esfuerzos de modernización que involucraba la privatización de sus tierras comunales. Finalmente fueron forzados a transformarse en sujetos del estado federal, en general como campesinos pobres o trabajadores de bajo costo. Esto se dio con las disposiciones sobre propiedad de la tierra en el artículo 27 de la Constitución Mexicana, mismas que fueron establecidas para facilitar los objetivos de libre comercio. En consecuencia privatizaron sus tierras y cambiaron sus identidades a través de un discurso clasista y racista dispuesto por las élites nacionales; también el régimen de tendencia de la tierra se modificó, las comunidades se dividieron en tierras comunitarias, ejidales y propiedad privada (Garrett Ríos, 2004). Esos hechos reforzaron la ciudadanía de los O-H entendiéndola como empoderamiento y dominio sobre un contexto amenazador permitiéndoles ser generadores, no víctimas, de sus circunstancias (Schmidt, 2012).

Por otro lado, en las escuelas rurales bilingües utilizaron la cultura y la lengua indígena (local) para castellanizar a las generaciones más jóvenes de los O-H, con el fin de que pudieran convertirse en ciudadanos modernos de la sociedad nacional mexicana. Debido a la pobreza y la falta de empleo fueron obligados a abandonar sus comunidades, los orilló a cruzar las fronteras, la mayoría de los casos comenzaron a migrar a las metrópolis nacionales. El abandono de sus comunidades ocasionó cambios importantes en las mismas, algunos de ellos son la pérdida de la lengua indígena, la ausencia de relevo generacional para los artesanos y pérdida de identidad.

1.1.1. Incursión de religiones no católicas en las comunidades O-H

El protestantismo en el Valle del Mezquital comenzó hasta entrado el siglo XX, trayendo momentos álgidos entre los conversos y los católicos indígenas, pues la presencia protestante proponía un cambio de vida a través de la conversión espiritual. Las conversiones al protestantismo iniciaron con la llegada de misioneros norteamericanos y la labor de una iglesia evangélica de Pachuca, cuyos misioneros comenzaron a utilizar el hñähñú para evangelizar. El trabajo de evangelización fue lento al principio, no obstante, después de la década de 1970, comenzó una gran expansión de las religiones no católicas, asociadas con una serie de cambios a nivel económico y social que favorecieron la movilidad de los O-H hacia otros lugares, como las ciudades de México y Pachuca y hacia los Estados Unidos de America (en lo sucesivo Estados Unidos). Como parte de este proceso, su propia percepción de la cultura cambió por lo que actualizaron los valores que reivindicaban al grupo a la vez que se adaptaban al mundo cambiante (Garrett Ríos, 2004).

La religión y la religiosidad popular tomaron diversos rumbos, en unos casos conllevaron a la restitución y fortalecimiento de la religiosidad católico-comunitaria, basada en el sistema de cargos cívico-religioso³; y en otros casos, los indígenas optaron por romper con el sistema político-religioso tradicional católico y adscribirse a nuevas alternativas religiosas. Las nuevas religiones tienen un papel desarticulador que genera conflictos entre los miembros de una misma comunidad, pues se abstraen de ciertas obligaciones comunitarias como las cooperaciones y las faenas, así como de las autoridades (Garrett Ríos, 2004).

Dentro de la organización social indígena lo religioso es indisoluble de la vida en general, la construcción de la identidad hñähñú está en estrecha relación con lo sagrado, desde su presencia como protector del espacio físico, hasta el sistema político-religioso, en donde la escala de autoridad involucra con alternación ambas dimensiones. En su comunidad el converso renuncia a la participación de los rituales que legitiman y fortalecen al grupo, generando conflicto, pero llegan a acuerdos entre las partes y ambas coexisten, aunque muchas veces el conflicto permanece. Las acciones en contra de la población conversa fueron distintas por las características particulares de cada comunidad: el régimen de tendencia de tierra, la intensidad de la vida comunitaria y el peso del converso dentro de su comunidad (Garrett Ríos, 2004).

³Como las mayordomías.

Hoy en día se encuentran conversos que transformaron sus usos y costumbres, o bien les dieron una justificación diferente, congruente con la religión evangélica y la vida comunitaria. En su mayoría participan de las actividades comunitarias y se relacionan recíprocamente con sus coterráneos católicos. En estos casos es posible que las normas comunitarias tengan prioridad para la supervivencia del grupo y su religiosidad queda en el plano de la vida privada y de la congregación, además la participación en la vida comunitaria evita conflictos (Garrett Ríos, 2004).

1.2. Comunidad El Alberto

Como ya se mencionó, el Valle del Mezquital es una de las regiones geográficas y culturales que tiene el estado de Hidalgo. Esta región se caracteriza por su aridez y escasa vegetación (donde destaca el mezquite), y además, por su alta concentración de población indígena O-H. Está conformado por cinco municipios, el más importante es Ixmiquilpan, que al ser el centro regional económico, político y social, se le considera " el corazón del Valle del Mezquital" (Quezada Ramírez, 2015). En comparación con otros municipios del estado de Hidalgo, cuenta con mayor densidad de población, es el segundo con el mayor volumen de población indígena y reúne el mayor número de emigrantes a los Estados Unidos. La migración ha provocado cambios acelerados en las formas de organización social, política, económica y cultural (Rivera Garay and Quezada Ramírez, 2011).

La comunidad indígena de El Alberto está ubicada en la parte desértica del Valle del Mezquital y forma parte de los 16 pueblos pertenecientes a la jurisdicción de Ixmiquilpan. Durante la época colonial, fue nombrada Santa Cruz Alberto y a diferencia de otras, no vivió intensos procesos de mestizaje, así que su población logró conservar la pureza de su lengua e identidad. Actualmente, cuenta con 834 habitantes (de los cuales 397 son hombres y 437 son mujeres), la mayoría son bilingües, es decir, hablan otomí-ñhañhu y español. La población registra un alto grado de marginación y rezago social, sus habitantes afrontan una situación socioeconómica difícil, que inhibe sus posibilidades de mejorar las condiciones de vida familiar y de la comunidad (Flores Amador et al., 2015).

Con respecto a la migración, se sabe que a mediados de los años 80, los pobladores ya migraban a ciudades como Pachuca, Tula y a la Ciudad de México. Sin embargo, hasta finales de los años 80 e inicios de los años 90, del siglo XX, se dio con más intensidad, pero no sólo la migración interna, sino también la migración internacional (Rivera Garay, 2006) (sobre todo hacia las ciudades de Cleveland,

Los Ángeles y Las Vegas, en Estados Unidos (Flores Amador et al., 2015)). La población migrante es en su mayoría masculina y, al tratarse de una migración indocumentada y de población joven, las estancias fuera de la comunidad se hicieron más prolongadas provocando los primeros cambios en la estructura comunitaria y familiar. Los cambios no se han generado exclusivamente a partir de la migración, pero ha fungido como un catalizador unido a procesos de cambio ya existentes. En su mayoría permanecen en la comunidad mujeres con niños, personas de la tercera edad y algunos hombres mayores que ya no migran (Rivera Garay and Quezada Ramírez, 2011), por lo que la comunidad y los migrantes se adaptan a las nuevas condiciones de vida familiar y comunitaria. Las adaptaciones que han surgido para mantener su organización tradicional son cada día más diversas, el proceso de cambio en las relaciones entre hombres y mujeres ha generado más conflictos en su vida cotidiana, es decir, la nueva división de tareas tanto familiar como comunitaria (Rivera Garay, 2006).

El sistema oficial y tradicional de la organización política y el trabajo comunitario eran, hasta hoy en día (28 de febrero de 2019), patriarcales. El sistema oficial se refiere a las relaciones de la comunidad con instituciones administrativas estatales y comunales, en este sistema las mujeres tienen menos derechos, ya que tanto las tierras comunales como la política municipal se concentra en los hombres. El sistema tradicional se basa en estructuras tradicionales, es decir, de usos y costumbres, como son el trabajo comunitario y la toma conjunta de decisiones, las mujeres tienen más campo de acción, si poseen tierras propias, o una posición especial (Rivera Garay, 2006). Este sistema preserva un proyecto político de identidad étnica, que se mantiene por la intervención colaborativa y la división jerárquica política, civil y religiosa (católica y evangélica)⁴, a través de la rotación periódica de cargos para la toma y ejecución de decisiones (Flores Amador et al., 2015).

Entonces, todo asunto relacionado con la comunidad es tarea exclusiva de los varones mayores de 18 años. La organización de la comunidad tiene como base la familia y un miembro de la familia tiene que representarla, el hombre es quien adquiere la representación familiar frente a la comunidad, así como los derechos y las obligaciones, que son: participar con voz y voto en todas aquellas decisiones que se tomen en la comunidad y disfrutar los servicios con los que ésta cuenta. Las mujeres viudas o madres solteras ya participaban en la organización comunitaria por ser jefas de familia, sin embargo, sus comentarios siempre quedaban excluidos ya que se daba por hecho que no eran capaces de representar a la comunidad. Las mujeres, aunque podrían sobresalir en espacios sociales y políticos, siempre

⁴En la comunidad hay dos templos evangélicos: Betehl y Jerusalem; y una iglesia católica.

habían sido vistas como ciudadanas de segunda clase, como reemplazos. Nunca ocuparon cargos públicos y sus faenas eran realizadas por sus hermanos, padres o hijos mayores (Rivera Garay, 2006). En la actualidad, y a partir de la migración, se ha aceptado más abiertamente la participación de las mujeres en la asamblea comunitaria e incluso, son elegidas para asumir cargos comunitarios, e incluso, se integran activamente en el proceso migratorio.

Lo más interesante es que no sólo se ha aceptado la participación de las mujeres como representantes de sus esposos migrantes en las decisiones comunitarias, también participan mujeres cuyos esposos permanecen en su comunidad. Así, las mujeres se han integrado a las asambleas comunitarias y por lo tanto, a la toma de decisiones (Rivera Garay, 2006). También han asumido cargos públicos como miembros de comités e integrantes en proyectos de organizaciones independientes, como la Cooperativa *Ya Munts'i B'ehña*.

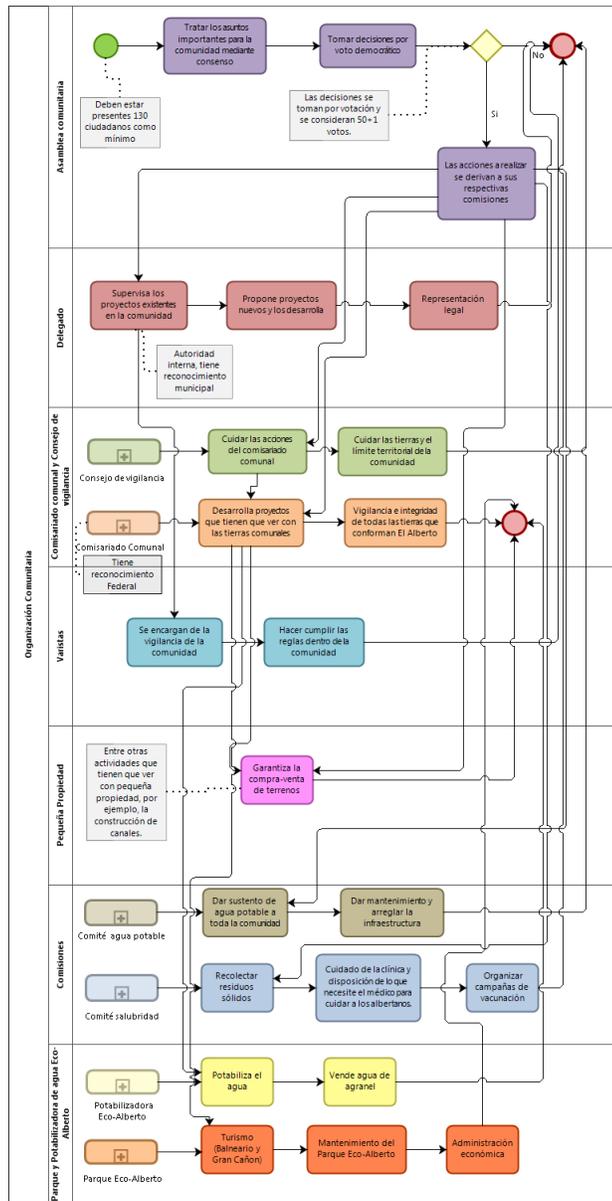
La participación de las mujeres es un suceso fuera del contexto tradicional de la comunidad, esto es, va en contra de sus usos y costumbres por lo que ha ocasionado conflictos y desacuerdos dentro de la misma. Los miembros que ponen más resistencia al cambio son los que permanecen en la comunidad, por ejemplo maestros, adultos mayores y mujeres que deciden no participar (Rivera Garay, 2006), para los migrantes es más fácil aceptarlo pues les permite seguir en contacto con su comunidad, aún a la distancia pueden participar a través de las mujeres ofreciéndoles seguridad, reconocimiento y afirmación de su identidad.

A pesar de estos cambios, la comunidad no ha dejado de contar con una organización ancestral guiada por los usos y costumbres, su éxito se debe a la capacidad de organización y mecanismos estructurales de trabajo bien definidos con apego a su territorio y sistema de gobernanza, apoyados en la identidad cultural y en relaciones de reciprocidad, solidaridad, cooperativismo y confianza (Flores Amador et al., 2015).

1.2.1. Organización Comunitaria

En su sistema de organización⁵ (ver figura 1.1) tienen como máxima autoridad a la asamblea comunitaria. En este espacio se tratan los asuntos más importantes para la comunidad, se toman decisiones y se eligen a los representantes de cada comisión, de forma abierta se define la voluntad comunal mediante el consenso y voto democrático.

⁵Los albertanos denominan a su organización comunitaria como *gobernanza*



Powered by bizagi Modeler

Figura 1.1: Organización Comunitaria de El Alberto

Actualmente se reconocen sólo cuatro autoridades en El Alberto, en primer instancia está el Delegado quien representa a la comunidad como figura legal y frente al municipio. Después se encuentra el Consejo de Vigilancia que se encarga

de supervisar las acciones del Comisariado comunal y de cuidar el límite territorial, en seguida tenemos al Comisariado comunal encargado de la vigilancia e integridad de las tierras comunales. En la cuarta instancia de autoridad está el representante de la comisión de Pequeña Propiedad, a cargo de garantizar la compraventa de terrenos. Después de estas autoridades se encuentran las siguientes comisiones: el comité de agua potable, el comité de salubridad y finalmente, la empresa Eco-Alberto.

El período en el que ejercen su cargo y las actividades referentes a dicho cargo están dictados por sus usos y costumbres, también dictan que las actividades las deben realizar con una disponibilidad de 24 horas los 365 días del año y sin goce de sueldo. Estas cuatro autoridades no pueden ser sustituidas por un interino, sin embargo, se hizo una excepción para el representante de la comisión de Pequeña Propiedad durante el periodo de gobernanza 2016-2017, pues el ciudadano elegido no pudo dejar su trabajo en Estados Unidos. La figura del interino ha sido introducida recientemente en su organización y ha ayudado a resolver problemas de sanciones, multas y falta a sus códigos morales (usos y costumbres), principalmente de los ciudadanos que se encuentran en Estados Unidos en condición de ilegal, pues se exponen al cruzar la frontera (Sánchez Ramírez, 2018).

Cada comisión está conformada por al menos tres personas y puede tener hasta 15 o 20 integrantes (Flores Amador et al., 2015), por ejemplo, el delegado cuenta con dos auxiliares (primer y segundo subdelegado) que realizan las funciones de éste en caso de que no pueda estar presente, además está a cargo de los Varistas⁶. En general, todas las comisiones tienen la siguiente estructura: presidente, secretario, tesorero y vocales. En el caso de la empresa Eco-Alberto se trata a sus integrantes como trabajadores y empleados.

El turismo es una actividad fundamental para El Alberto. Durante el año 2000, hubo un aumento significativo en el flujo de personas que visitaban la comunidad, promovido por recomendaciones de quienes ya la habían visitado. Esto dio lugar a que los locatarios se organizaran para ofrecer servicios turísticos, al principio se brindaban de forma rudimentaria, después se impulsó la organización del trabajo, se mejoró la infraestructura y se diseñaron las actividades turísticas, lo que incrementó y diversificó la afluencia de visitantes, que ahora asisten de otros estados del país y del extranjero. El turismo es una práctica muy importante para los comuneros, pues consideran que el 80 % de sus ingresos depende de esta actividad, por tal razón todos los albertanos se involucran prestando sus ser-

⁶La definición de *Ministril* de la RAE es: ministro inferior de poca autoridad o respeto, que se ocupa en los más ínfimos ministerios de justicia. En la comunidad de El Alberto se denominan *Varistas*.

vicios. La comunidad ha conseguido conformar dos unidades productivas: una de servicios turísticos, el Parque Eco-Alberto (incluye el balneario y el Gran cañon) y una potabilizadora de agua, que constituyen la Sociedad de Solidaridad Social Eco-Alberto, administradas como empresas sociales comunitarias. La Sociedad entra en su sistema porque es su principal fuente de recursos y le concierne a todos sus habitantes, además la infraestructura de ambas se encuentra en tierras comunales (Flores Amador et al., 2015).

La cooperativa *Ya Munts'i B'ehña* no está considerada dentro de su sistema de organización, se ubica a las artesanas en un segundo plano económico y por lo tanto, se ve el trabajo que realizan como una actividad complementaria. Sin embargo, como ya se había mencionado, las mujeres han empezado a ganar más espacios y a desempeñar cargos dentro de este sistema, principalmente en los comités escolares⁷, de salubridad y últimamente, como interinas.

1.3. Cooperativa *Ya Munts'i B'ehña* (Mujeres Reunidas)

Durante el período colonial hubo grandes plantaciones de maguey que se utilizaban para fabricar los tejidos tradicionales llamados ayates, que eran grandes cuadros de tela, los ayates se fabricaban con fibra de maguey⁸ y solían llevar bebés, productos u otras cargas. También se empleaban en la producción de pulque y en platillos tradicionales. Las élites nacionales, en su esfuerzo de modernización, reemplazaron los tejidos tradicionales con plástico y fibras sintéticas, lo cual llevó al abandono de las plantaciones de maguey y a la desaparición de una fuente pequeña pero importante de ingresos, en especial para las mujeres, que obtenían gracias a su venta (Schmidt, 2006).

Al paso de los años las mujeres de El Alberto asumieron muchas de las responsabilidades comunales de sus padres, esposos o parejas ausentes (que han migrado), se vieron obligadas a buscar fuentes alternativas de ingresos para complementar o reemplazar las remesas que envían sus familiares. Por esta razón recurrieron una vez más a hilar y tejer el ixtle, de manera artesanal, de hecho, durante los últimos 25 años (aproximadamente) han estado tejiendo una variedad de productos de baño, principalmente esponjas faciales y corporales, además del

⁷Las comisiones escolares de preescolar, escuela primaria bilingüe y telesecundaria fueron designadas por la Asamblea comunitaria hasta el año 2015. Actualmente son elegidas por las asociaciones de padres de familia y ya no son parte de la estructura de gobierno.

⁸ixtle en lengua hñähñú.

tejido tradicional (Schmidt, 2006).

El desarrollo de la artesanía de ixtle inició a principios de los años 90, en la comunidad El Alberto Dexthi, que también pertenece a la jurisdicción de Ixmiquilpan. Ahí, un grupo de artesanos se organizó para elaborar con sus tejidos esponjas de baño, para su comercialización internacional en Francia, sin embargo, el grupo se disolvió y los artesanos de la zona dejaron de percibir ese ingreso. El proyecto se retomó en el año 2000 en El Alberto, por un grupo de mujeres artesanas de 5 comunidades del Valle del Mezquital (Dadhó, Bethí, La Loma, Mezquital y El Alberto), que se organizaron y recibieron asesoría de expertos⁹, además contaban con el apoyo de la *FTO Twin Trading*¹⁰ ubicada en Reino Unido. Así, con un total de 250¹¹ mujeres artesanas se creó la Cooperativa *Ya Munts'i B'ehña* que finalmente se consolidó un año después (2001). Ahora, exportan sus productos a Estados Unidos y Reino Unido, venden sus esponjas a *The Body Shop*¹² a través de relaciones establecidas con Anita Roddick, fundadora de la compañía, quien implementó un programa comunitario de comercio justo (Sánchez Ramírez, 2018).

Esta organización, con la ayuda del Programa Agromercado de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA¹³), ha utilizado un enfoque participativo actuando como "facilitadores culturales y agentes de conocimiento" para las mujeres involucradas en la producción de estos productos y ha evitado enfoques que imponen entendimientos y prácticas externas a los productores locales. Como consecuencia, las mujeres de la cooperativa son tratadas como las actrices competentes y efectivas que se consideran a sí mismas.

Al principio, la cooperativa se estableció en las instalaciones de la escuela primaria, espacio permitido por las autoridades de la comunidad, no obstante pidieron un espacio propio ya que tenían problemas con el comité de primaria. Se les otorgó un terreno para que pudieran construir sus instalaciones (financiadas por la Fundación L'Oreal), en las que incluyeron lugares de almacenamiento y empaquetado, una oficina con computadoras, un taller de costura y un espacio

⁹No se tiene ningún registro de estas personas, sólo se sabe que eran expertos en mercadotecnia y comercialización, que residían en la Ciudad de México.

¹⁰Organización sin fines de lucro que posee una empresa comercial. Esta empresa permite combinar el comercio, la comercialización, los programas y la promoción para construir sistemas de mercado, también facilita asociaciones globales significativas entre compradores, donantes y cooperativas.

¹¹Según Agustina Jerónimo Agustín, primer presidenta de la cooperativa, fueron al rededor de 170 artesanas.

¹²Marca registrada

¹³Actualmente SADER

para las asambleas, reuniones y sesiones de capacitación (Sánchez Ramírez, 2018).

En 2006, la cooperativa *Ya Munts'i B'ehña* creó la marca *Corazón Verde, de mis manos a tus manos*. También es importante mencionar que trabaja en conjunto con *Ñepi B'ehña A.C.*, misma organización que se conformó en el año 2004, con la finalidad de asesorar y acompañar los procesos de la cooperativa. Gracias a esta asociación han podido comercializar sus productos de forma directa a Estados Unidos y Reino Unido, además crearon la Central de Comercio Justo Corazón Verde que se ubica en la Ciudad de México. Esta central promueve la comercialización de productos de artesanas de otras organizaciones del país y se fortalece como una red de mujeres artesanas, en su mayoría indígenas, que promueve el comercio justo (Sánchez Ramírez, 2018).

Por otro lado, las artesanas de *Ya Munts'i B'ehña* han fomentado la comunicación entre artesanas de diversas regiones, han creado espacios de retroalimentación mediante talleres y a través de estos, realizan proyectos para mejorar aspectos de la cooperativa. Aunque tienen apertura entre comunidades, El Alberto es el grupo de artesanas más fuerte y suelen ocupar los cargos de mayor importancia dentro de la cooperativa.

1.3.1. Organización de la Cooperativa

Actualmente la cooperativa cuenta con aproximadamente 236 artesanas, que pertenecen a 6 comunidades de la región, las cuales son: Dadhó, Bethé, La Loma, Mezquital, Boxaxni y El Alberto, siendo ésta última la que tiene el mayor número de miembros. Las artesanas se clasifican en cuatro tipos de socia, que presentamos en la tabla 1.1.

Tabla 1.1: Clasificación de socias

Socia	Características
A	Fundadoras
B	Tienen derechos pero no son fundadoras
C	Tienen menos derechos y no quieren desempeñar un cargo
D	Sólo pueden ser ayudantes

Su estructura administrativa (ver figura 1.2), refleja la estructura comunal de liderazgo que se basa en un sistema electoral rotativo, que requiere que cada miembro desempeñe cargos administrativos, de liderazgo y representación, por periodos de tres a cinco años, esto en función del cargo. En este sentido, la coope-

rativa sigue de cerca las prácticas comunales tradicionales y asegura la igualdad de derechos y obligaciones de ciudadanía (Schmidt, 2006).

La cooperativa tiene como máxima autoridad a la Asamblea, la cual se conforma por todas las socias, después se encuentra como figura central la Presidente¹⁴, en seguida están la Tesorera y la Secretaria. Las mujeres que son elegidas para ocupar estos cargos aprenden a llevar un libro contable, a utilizar la computadora como una herramienta de control y a planificar la cantidad de materiales y trabajo necesario para completar los pedidos de sus productos. La presidente, además de realizar sus actividades, funge como enlace entre *Ya Munts'i B'ehña*, su socia *Ñepi B'ehña* y la Central de Comercio Justo Corazón Verde.

En el siguiente nivel de autoridad se encuentra la Presidente de Vigilancia y después a la Presidente de Empaque, ambos cargos cuentan con una suplente que se implementó en el año 2016. La Presidente de Empaque da la carta de presentación frente a los clientes internacionales, pues cuida que todos los productos pasen el control de calidad, no obstante la Presidente se encarga del envío a los clientes.

Después está el cargo de Reconciliación y Arbitraje, en seguida el Comité de Aviso al que pertenecen cuatro socias de las comunidades El Alberto, Dadhó y Bethé; dos socias del Boxaxni, y dos de La Loma. En el siguiente nivel se encuentran las Promotoras de talleres, seguidas por el área de costura. Finalmente tenemos los Proyectos, la organización de los mismos está a cargo de la Presidente y de *Ñepi B'ehña*, dentro de los que se implementó una representante de cada comunidad, decisión que tomaron recientemente.

La cooperativa, además de proporcionarles una fuente de ingresos locales, les ha brindado a las mujeres involucradas la oportunidad de recuperar una tradición centenaria (Sánchez Ramírez, 2018). También, les ha ayudado a tener voz y voto dentro de sus familias y en sus comunidades; en última instancia es un lugar de esparcimiento en donde pueden desenvolverse y crecer en muchos aspectos personales.

¹⁴Las artesanas denominan el cargo como la Presidenta

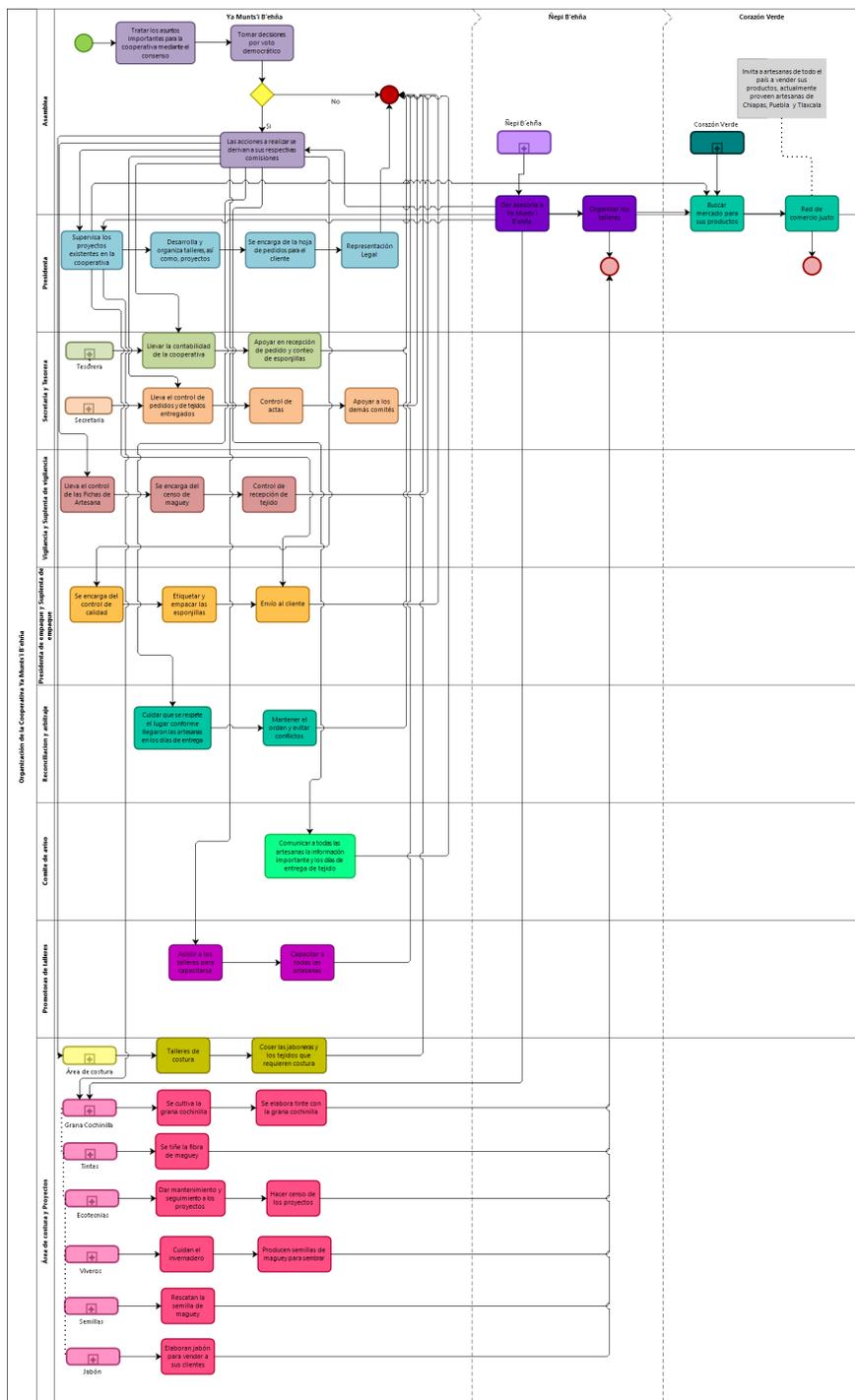


Figura 1.2: Organización de la Cooperativa Ya Muntsi B'ehña

Capítulo 2

Marco Teórico de Redes

"Pasarán millones de años hasta que llegemos a alguna comprensión, y aún entonces no será completo, porque nos enfrentamos al infinito."

Paul Erdős.

La teoría de redes se encarga del estudio de sistemas formados por múltiples elementos en interacción, para su análisis proporciona una estructura matemática, denominada red, que permite representarlos. A través de esta estructura es posible modelar problemas de hechos reales, haciendo de la red una herramienta para dar solución a variedad de cuestiones. Una observación interesante es que, se pueden tener representaciones de red muy similares, sin embargo, tienen diferentes significados debido a la naturaleza de los sistemas que modelan. Desde sus inicios esta teoría ha estado presente en campos diversos, por ejemplo, física, economía, biología, sociología, etcétera, en los cuales se han resuelto problemas con gran eficacia y éxito.

En el mundo existen sistemas que desempeñan un papel importante en nuestra vida diaria y en la ciencia, por lo que su comprensión, descripción matemática, predicción y eventual control es uno de los principales desafíos intelectuales y científicos del siglo XXI. Por ejemplo, las organizaciones políticas, las culturas y el lenguaje humano, economías nacionales e internacionales, mercados de valores, Internet, redes sociales, el clima global, etcétera; pueden entenderse como *sistemas complejos*. Una gran cantidad de sistemas complejos pueden modelarse mediante redes, esto es, una serie de componentes que interactúan entre sí, di-

chos sistemas pueden surgir y evolucionar a través de la autoorganización, lo que permite el desarrollo de conductas emergentes a escalas macroscópicas. En todos estos sistemas, una gran cantidad de componentes o partes microscópicas están interactuando entre sí de manera no trivial, donde la información importante reside en las relaciones entre las partes y no necesariamente dentro de las partes mismas. Por lo tanto, es imprescindible modelar y analizar cómo se forman y operan tales interacciones para comprender qué surgirá a escala macroscópica en el sistema (Sayama, 2015).

En el presente capítulo se dará una breve historia del desarrollo de teoría de redes, así como del desarrollo del análisis de redes sociales; también se darán las definiciones de los conceptos básicos de redes y por último, las definiciones de los conceptos de redes sociales.

2.1. Antecedentes Históricos

La teoría de gráficas tiene su origen en Königsberg, capital de Prusia, en 1736 (Hoy en día Kaliningrado, Rusia). Esta ciudad fue construida sobre el estuario del río Pregel, el cual se bifurca para rodear con sus brazos a la isla Kneiphof, dividiendo el terreno en cuatro regiones distintas que estaban unidas por siete puentes en aquella época, como se muestra en la figura 2.1, y cuya peculiar disposición inspiró el problema matemático de los puentes de Königsberg.

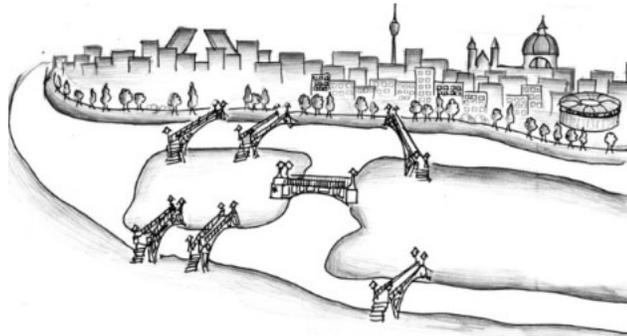


Figura 2.1: Puentes de Königsberg, Prusia.
[Fuente]: (Expansión, 2011)

El problema surgió con la siguiente pregunta: ¿se puede caminar a través de los siete puentes, nunca cruzar el mismo dos veces y volver al punto de partida? A pesar de muchos intentos nadie pudo encontrar tal camino, el problema permaneció sin resolver hasta que se planteó al matemático Leonard Euler, quien dio

una prueba matemática rigurosa de que tal camino no existe.

Para esta prueba Euler representó cada una de las cuatro regiones separadas por el río con puntos, luego conectó con líneas cada pedazo de tierra, es decir, cada línea representaba un puente (ver figura 2.2). Así construyó la primera red, cuyos nodos eran pedazos de tierra y los enlaces eran los puentes.

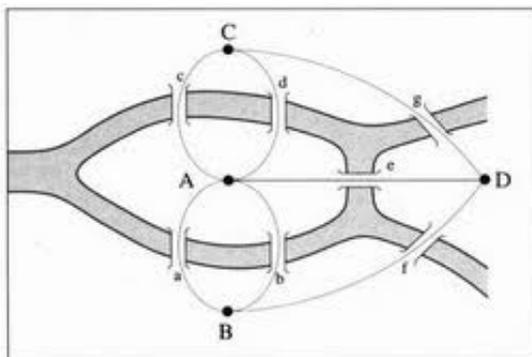


Figura 2.2: Planteamiento de Euler del problema de los puentes de Königsberg

El desarrollo matemático de teoría de redes continuó con trabajos de diversas áreas, de los que se mencionarán algunos ejemplos. Empezamos con la aportación de Gustav Kirchhoff, quien además de formular las *Leyes de Kirchhoff* para circuitos eléctricos, introdujo el álgebra de matrices, que se convirtió en una herramienta muy útil para el análisis de redes y en una técnica para probar los resultados (Estrada and Knight, 2015).

Los primeros en estudiar redes aleatorias fueron Anatol Rapoport y Ray Solomonoff, quienes en el año de 1951, demostraron una de sus propiedades, la cual nos dice que si se aumenta el número de enlaces de una red, la red presenta un cambio repentino de nodos desconectados a nodos altamente conectados. Casi una década más tarde, dos matemáticos, Paul Erdős y Alfred Rényi, contribuyeron de manera sobresaliente al desarrollo de este campo estableciendo fundamentos para el estudio de redes aleatorias, por lo que se les considera los fundadores de esta teoría (Barabási, 2016). Su trabajo tiene dos premisas por las cuales es trascendente, la primera es que permite ver la facultad de conectar elementos en una red y la segunda nos dice la probabilidad de conexión, si esta probabilidad es muy pequeña muchos elementos quedan sin conectar, por el contrario si es muy alta todos los elementos estarán conectados. Lo que descubrieron es que existe un número crítico de conexiones por debajo del cual el sistema se divide en pequeñas redes, pero superado cierto número, tienden a estar unidas entre sí formando una gran red (Solé, 2016). En su modelo, la red consta de N nodos donde cada par de

nodos está conectado con probabilidad p , para construir dicha red comenzaron con nodos aislados, luego seleccionaban un par de nodos y para cada par de nodos generaban un número aleatorio entre 0 y 1, por último, si la probabilidad era mayor al número generado agregaban un enlace entre ellos (Barabási, 2016)(se ilustra el proceso en la figura 2.3).

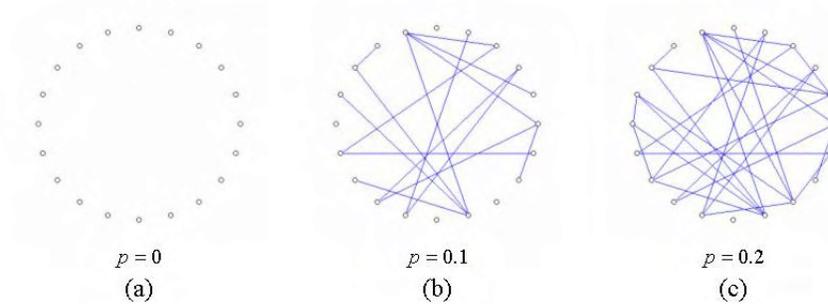


Figura 2.3: Modelo de Erdős-Rényi

La frase *seis grados de separación* se originó con el famoso experimento de Stanley Milgram en 1967 y en la actualidad se usa para expresar cuán estrechamente se está conectado con cualquier individuo en el mundo (Estrada and Knight, 2015)(ver sección 2.1.1.). En teoría de redes, seis grados, también llamada la propiedad de mundo pequeño, significa que la distancia entre dos nodos en una red es pequeña (Barabási, 2016). En 1998, Duncan Watts y Steven Strogatz propusieron un modelo, conocido como modelo de mundo pequeño, para el cual consideraron la propiedad de mundo pequeño y el coeficiente de agrupamiento (llamado clustering)(Estrada and Knight, 2015). Ellos partían de un anillo de nodos, en donde cada nodo estaba conectado con sus vecinos inmediatos y sus siguientes vecinos, luego volvían a reconectar algunos de sus enlaces (Barabási, 2016)(el proceso general se muestra en la figura 2.4). Cada uno de los enlaces originales tiene una probabilidad de que uno de sus puntos finales se mueva a un nuevo nodo elegido al azar. El modelo hace una interpolación entre una red regular y una red aleatoria, si la probabilidad de reconexión es muy alta, se tendrá una red aleatoria y si esta probabilidad es muy baja, una red regular. Prestaron especial atención al coeficiente de agrupamiento del modelo Erdős-Rényi pues era muy pequeño en comparación con los observados en los sistemas del mundo real (Estrada and Knight, 2015). Con base en sus resultados pudieron dar un criterio para decidir si una red es de mundo pequeño, esto es, debe cumplir dos condiciones: i) que la distancia entre dos nodos sea similar a la esperada de una red aleatoria y ii) que el coeficiente de agrupamiento sea mayor al esperado de una red aleatoria (Solé, 2016).

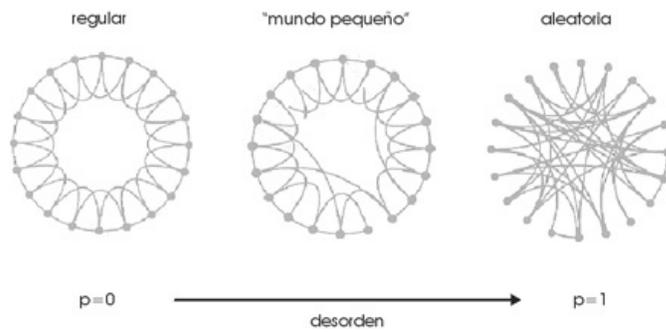


Figura 2.4: Modelo de mundo pequeño

Lászlo Barabási y Reka Albert observaron que en las redes reales el número de nodos crece continuamente gracias a la adición de nuevos nodos y que los nuevos nodos prefieren enlazarse a los nodos en extremo conectados, proceso al que denominaron enlace preferencial (Barabási, 2016). El reconocimiento de que el crecimiento y el enlace preferencial coexisten en redes reales inspiró su modelo, el cual propusieron en 1999 y es conocido como modelo de libre escala. El proceso inicia con una red con m_0 nodos, los enlaces entre ellos se eligen al azar, siempre que cada nodo tenga al menos un enlace. En cada paso se agrega un nuevo nodo a la red con m ($m \leq m_0$) enlaces, que conectan al nuevo nodo a los nodos que ya existen (Estrada and Knight, 2015). Es más probable que los nodos altamente conectados ganen nuevas conexiones con rapidez, convirtiéndose en los conectores principales de la red (Solé, 2016). Se muestra un ejemplo en la figura 2.5.

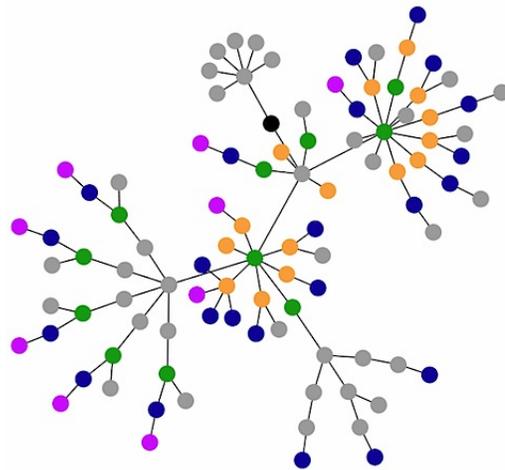


Figura 2.5: Modelo de libre escala

2.1.1. Desarrollo del análisis de redes sociales

El desarrollo de redes sociales inició a finales del siglo XIX, los pioneros en el análisis de estas redes vinieron de la sociología, la psicología y la antropología. De hecho, el primer uso del término red social se le atribuye al antropólogo J.A. Barnes (1954), quien también analizó la importancia de las relaciones informales e interpersonales, como la amistad, el parentesco y la vecindad, en la integración de una comunidad (Lozares Colina, 1996).

En la década de 1930, el sociólogo Jacob Levy Moreno desarrolló la sociometría, una técnica experimental obtenida mediante la aplicación de métodos cuantitativos, que estudia la evolución y organización de los grupos y la posición de los individuos dentro de ellos. Esta técnica antecede al análisis de redes sociales gracias a su principal innovación, el sociograma, el cual es un método de exploración que permite la representación gráfica del conjunto de relaciones sociales detectadas entre los miembros del grupo, representa a los individuos como puntos o nodos y las relaciones entre ellos como líneas o enlaces, mostrando la estructura del grupo (Freeman, 2004).

En 1958, el politólogo Ithiel de Sola Pool y el matemático Manfred Kochen desarrollaron el concepto de mundo pequeño, sus investigaciones se basaron en dos ideas fundamentales. La primera, el número de personas que alguien conoce afecta al número de vínculos entre dos personas. La segunda, si el círculo social compartido por dos personas es idéntico, entonces, al margen de cuántas personas conociera cada una de ellas, ninguna podía escapar de ese círculo para establecer contactos en otro lugar. Por tanto, era una exploración de cuánta gente conocía una persona y la medida en que la estructura social define quién puede conocer a quién. Su trabajo fue publicado formalmente hasta 1978 e inspiró a varios estudiosos, uno de ellos fue Stanley Milgram (Freeman, 2004).

En 1967, Stanley Milgram, sociólogo y profesor en la Universidad de Harvard, realizó un experimento conocido como *mundo pequeño*, basado en el empleo del correo ordinario. La idea fue escoger a una persona que vivía en la costa este de Estados Unidos, cerca de Boston, como destinatario y proporcionar determinado número de cartas a un grupo de remitentes, en este caso personas que vivían en Nebraska (Solé, 2016). Para el experimento se le pidió a cada remitente que entregara la carta a un individuo de su entorno que pudiera acercarla a su destino, el nuevo receptor de la carta debía a su vez pasarla a otra persona y así, sucesivamente (Estrada and Knight, 2015). El resultado de este experimento fue inesperado, sin considerar las cartas perdidas, sólo se necesitaron de unos cinco intercambios para alcanzar el destinatario, es decir, cinco individuos intermedios

y seis conexiones, a lo que se denominó como seis grados de separación. Este resultado tuvo un impacto importante ya que cambió la visión de la red social, contrario a lo que se pensaba, la información pasa de un individuo a otro con mucha facilidad (Solé, 2016).

Alrededor de 1970, Harrison White estableció el estudio de las redes como un método de análisis estructural, llegando a esta concepción a partir de modelos algebraicos, teoría de redes y el desarrollo de técnicas como la escala multidimensional. Obtuvo las herramientas matemáticas adecuadas para el análisis estructural cuando estudió matemáticas y ciencias en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), y aprendió que la misma perspectiva estructural podía aplicarse a los fenómenos sociales. Cuando White entró como profesor a la Universidad de Harvard (1963), comenzó a enseñar a sus estudiantes esta perspectiva y junto con ellos produjo una cantidad asombrosa de importantes contribuciones a la teoría e investigación de redes sociales. El análisis contemporáneo de la red nunca podría haber surgido sin esas contribuciones (Lozares Colina, 1996).

El análisis de redes sociales es un esfuerzo interdisciplinario, los conceptos se desarrollaron a partir de una reunión propicia de teoría y aplicación social, con metodología matemática, estadística y computacional formal.

2.2. Definiciones básicas

De manera formal, una *red* $G=\{V,E\}$ consta de dos conjuntos V y E , tal que $V \neq \emptyset$ y E es un conjunto de pares ordenados (i,j) de elementos de V ($E \subseteq V \otimes V$), no necesariamente todos distintos. Los elementos de V son los nodos de la red, mientras que los elementos de E son las relaciones en el conjunto V , es decir, los enlaces de G . Las relaciones pueden ser simétricas si $(v_i, v_j) \in E$ entonces $(v_j, v_i) \in E$, significa que es una red no dirigida (figura 2.6) (Estrada and Knight, 2015), las redes dirigidas, en general, tienen relaciones que son no simétricas. Entonces G es dirigida (figura 2.7) si cada enlace tiene una dirección que apunta de un nodo hacia otro, esto es, puede que se tenga un enlace de v_i a v_j pero no necesariamente de v_j a v_i (Newman, 2010).

Se denomina *rizo* a los enlaces que conectan un nodo con él mismo y *enlace múltiple* cuando se tiene más de un enlace entre el mismo par de nodos. Entonces se define a una *red simple* como la red que no presenta enlaces múltiples ni rizos.

Una propiedad clave de cada nodo es su *grado*, que representa el número de enlaces que tiene con otros nodos. En el caso de una red dirigida se tiene *grado*

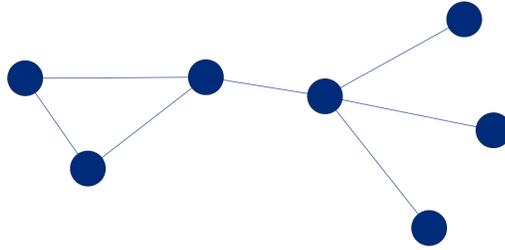


Figura 2.6: Red no dirigida

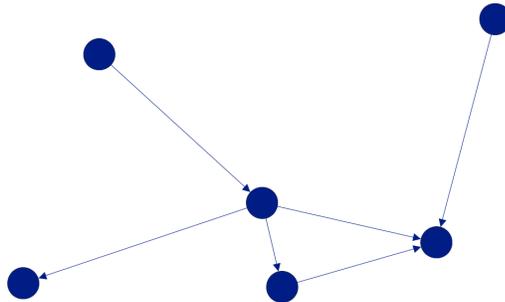


Figura 2.7: Red dirigida

exterior y *grado interior*, el primero representa el número de enlaces que inciden en otros nodos y el segundo el número de enlaces que inciden en el nodo. En una red no dirigida, el número total de enlaces L , se puede expresar como la suma de todos los grados, donde el grado de un nodo v_i se denotará por k_i , entonces

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n k_i \quad ,$$

el factor $\frac{1}{2}$ corrige el hecho de que cada enlace se sume dos veces. Para redes dirigidas se distingue entre grado de salida y grado de entrada, denotado por k_i^{ext} y k_i^{in} respectivamente, entonces el grado total de un nodo está dado por $k_i = k_i^{in} + k_i^{ext}$ y el número total de enlaces es (Barabási, 2016):

$$L = \sum_{i=1}^n k_i^{in} = \sum_{i=1}^n k_i^{ext} .$$

El *tamaño* es el número de enlaces que conforman a una red, se tiene un número mínimo de nodos y enlaces, así como un número máximo, mismos que se muestran en la tabla 2.1 para una red de n nodos. Al número de nodos se le denomina *orden*.

Tabla 2.1: Tamaño de la red

Tamaño	Mín.	Máx.
Nodos	1	n
Enlaces	0	$\binom{n}{2}$

Para representar una red matemáticamente es necesario etiquetar los nodos y proporcionar una lista de los enlaces entre ellos, esto es, se etiqueta a cada nodo con un elemento del conjunto $V = \{1, 2, \dots, n\}$, y los arcos entre los nodos v_i y v_j se denotarán por el par ordenado (i, j) , con esta información es viable representar la red dando el valor de n y una lista de todos los enlaces (Newman, 2010). Entonces, se supone que $G = \{V, E\}$ es una red simple donde $V = \{1, 2, \dots, n\}$, para $1 \leq i, j \leq n$ se define la siguiente matriz:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } (i, j) \in E \\ 0 & \text{si } (i, j) \notin E \end{cases} .$$

A dicha matriz cuadrada $A = a_{ij}$ se le conoce como *matriz de adyacencia* de G y proporciona una representación inequívoca de cualquier red simple (Estrada and Knight, 2015). Para una red no dirigida la matriz de adyacencia es simétrica, en el caso de una red dirigida no necesariamente será de esta forma, en general, su matriz de adyacencia es asimétrica. Por convención, los renglones de la matriz representan a los nodos de los que salen los enlaces y las columnas a los nodos en los que entran los enlaces, entonces también es posible obtener el grado de un nodo. Para una red dirigida se suman los renglones y después las columnas de

cada nodo, así se obtiene el grado exterior y grado interior, respectivamente, es decir

$$k_i^{in} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad \text{y} \quad k_i^{ext} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad .$$

Para redes no dirigidas es indistinto sumar renglones o columnas pues su matriz es simétrica, así el grado esta dado por (Newman, 2010):

$$k_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad .$$

Las redes resaltan las conexiones directas entre nodos, sin embargo las conexiones indirectas podrían tener la misma importancia, o incluso más, si los nodos no están conectados por un enlace pero tienen uno o más nodos en común, o si hay varios nodos intermedios en el camino. En general se asume que la información se puede pasar de un nodo a otro a través de caminos y rutas (Newman, 2010). Un *camino* es cualquier secuencia alternada de nodos y enlaces, la *ruta* es un camino que no repite nodos (Wasserman and Faust, 1994).

La *conectividad* es una propiedad importante de la red. Una red está *conectada* o es *conexa* si hay un camino entre cada par de nodos en G , es decir, todos los pares de nodos son accesibles. Es posible que no exista ningún camino entre un par de nodos, la red puede estar dividida en dos o más subconjuntos de nodos, sin conexión entre los mismos, se dice que una red de este tipo está *desconectada* o es *disconexa*. Se le llama *componente* al subconjunto de nodos de la red, de manera que exista al menos un camino entre los nodos que pertenecen a éste y que ningún otro nodo en la red se pueda agregar a él. En redes dirigidas se tienen *componentes débilmente conectados* si dos nodos están conectados por una o más rutas, donde las rutas pueden tomar cualquier dirección, y *componentes fuertemente conectados* si entre dos nodos hay una ruta dirigida en ambos sentidos. Se considera que un nodo aislado es un componente fuertemente conectado (Newman, 2010).

La *distribución de grado*, $P(k)$, es una de las propiedades fundamentales de la red, ya que define su estructura, y proporciona la probabilidad de que al seleccionar un nodo al azar, éste tenga grado k (Barabási, 2016). En redes dirigidas se define la distribución para el grado interior y exterior (Velarde Esquivel, 2017). Dado que $P(k)$ es una probabilidad, debe normalizarse, es decir, $\sum_{k=1}^{\infty} P(k) = 1$ (Barabási, 2016). Entonces, se establece

$$P(k) = \frac{n(k)}{n} \quad ,$$

donde $n(k)$ es el número de nodos de grado k en una red de tamaño n . Por lo tanto, la distribución de grado está dada por $n(k) = nP(k)$ y se representa al trazar el histograma de $P(k)$ contra k (Estrada and Knight, 2015).

Se pueden encontrar redes que tienen distribuciones de grado Poisson o exponencial. Sin embargo, para muchas redes reales, se ha encontrado que $P(k)$ muestra una distribución de grado en forma de *ley de potencia* $P(k) \sim k^{-\alpha}$, con un exponente que varía en el rango $2 < \alpha < 3$ (Miritello, 2013). A las redes que presentan esta estructura se les conoce como redes de *libre escala*, en ellas se observan pocos nodos altamente conectados, llamados *hubs*, y muchos nodos poco conectados. También se dice que existe un crecimiento y enlace preferencial, es decir, se agregan nuevos nodos y se unen a los nodos altamente conectados (Velarde Esquivel, 2017).

2.3. Definiciones de redes sociales

Una *red social* es la representación de una estructura social compuesta por un conjunto de actores (tales como personas, grupos u organizaciones) que están relacionados mediante un vínculo o característica en común (Velarde Esquivel, 2017), por ejemplo: parentesco, amistad, pertenencia a un grupo, relación profesional, etc.; cada actor se representa con un nodo y las relaciones entre ellos con enlaces. La relación más simple, denominada *díada*, está compuesta por dos actores v_i y v_j , y una relación que los une (podrían no estar conectados), esta relación puede ser dirigida o no dirigida. Si el nodo v_i está relacionado con el nodo v_j y el nodo v_j está relacionado con el nodo v_i se dice que la relación es *recíproca* (o *simétrica*). Las redes recíprocas tienden a ser limitadas pues la reciprocidad es un tema complicado y es difícil que se presente en una red, esto debido a que se ve afectada por la estructura social y cultural dentro de la que se encuentran. En las díadas predomina un enlace *antisimétrico*, es decir, la relación se da en una sola dirección, por ejemplo, Ana confía en María pero María no confía en Ana. En la figura 2.8 se muestran las formas en las que se puede presentar una díada (Kadushin, 2013).

La idea de una díada se puede extender a grupos de tres actores, llamados *tríadas*, y las posibles relaciones entre ellos, la adición de un tercer miembro a una díada aumenta la complejidad de las relaciones. Es de particular interés ver si las tríadas son *transitivas*, es decir, si el actor v_i elige al actor v_j , y el actor v_j elige al actor v_k , entonces es probable que v_i elija a v_k (*tríadas cerradas* o *triángulos*); y si están equilibradas. El tercer actor puede ser un elemento imparcial o un mediador,

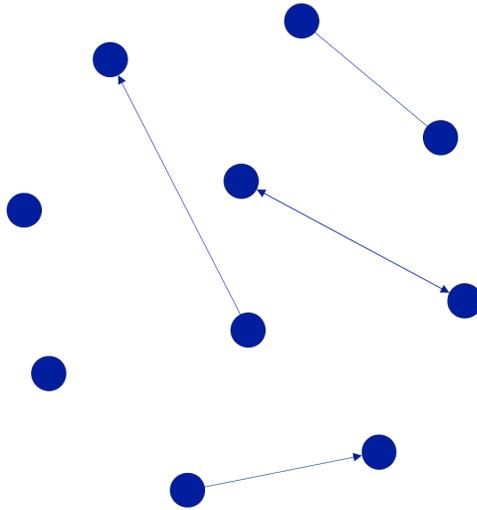


Figura 2.8: Díadas

pero también puede alinearse con uno de los otros dos actores y de esta forma obtener una ventaja. Se dice que existe un *equilibrio o balance estructural* si las tres relaciones son positivas, o si dos son negativas y una es positiva (Kadushin, 2013).

El *coeficiente de agrupamiento* o *coeficiente de clustering* mide la tendencia de la red a formar triángulos, en términos sociales diría que hay una probabilidad alta de que dos actores con un amigo en común sean también amigos (Newman, 2010). La definición matemática es (Velarde Esquivel, 2017):

$$C = \frac{(\text{número de triángulos en la red}) * 3}{\text{número de tríadas en la red}}$$

Se puede definir el coeficiente para un sólo actor y se denomina *coeficiente de clustering local*, entonces para un actor i está dado por (Velarde Esquivel, 2017):

$$C_i = \frac{\text{número de triángulos conectados con el nodo } i}{\text{número de tríadas donde está involucrado el nodo } i}$$

La *densidad* de una red se define como la proporción del número de conexiones existentes en la red con respecto al número máximo de conexiones posibles en ella, esta relación varía entre 0 y 1, toma valores cercanos a 1 si la red presenta una conectividad alta (red densa) y cercanos a cero cuando la red está poco conectada. La densidad es una característica sencilla de entender y de calcular

(estos cálculos no permiten rizos). Para una red dirigida el número máximo de conexiones posibles entre k actores es $k * (k - 1)$, por lo que la fórmula para la densidad es:

$$D_d = \frac{L}{k * (k - 1)} \quad ,$$

donde L es el número de conexiones existentes en la red. Para una red no dirigida el número máximo de conexiones son las combinaciones de N en 2, o bien $k * (k - 1)/2$, así se asegura que cada conexión sólo se presente una vez entre cada díada, entonces la densidad está dada por (Luke, 2015):

$$D_{nd} = \frac{2L}{k * (k - 1)} \quad .$$

En una red social, la densidad se asocia con seguridad, apoyo social y cohesión, una red densa se distingue por el sentido de confianza, mismo que conduce a la estabilidad de una comunidad, también facilita la transmisión de ideas, rumores e información. Cuanto más alta sea la densidad, la probabilidad de que una red sea considerada una comunidad cohesionada, una fuente de apoyo social y un transmisor eficaz, es mayor. Cuando la densidad es muy baja se dice que existen pocas conexiones o que existen partes de la red cargadas de conexiones, mientras que otras dependen de pocas, o incluso, de una sola conexión. Estas partes pueden verse afectadas con la desaparición del enlace que las mantiene unidas, a tales afectaciones se les conoce como *agujeros estructurales* y habla de que se hace labor de intermediación para que la red se mantenga unida. Algunos fundamentos psicológicos del comportamiento de la red social son motivacionales, la *eficacia* según Ives Hendrick (1942), impulsa la necesidad de “hacer y de aprender cómo hacer”, entonces puede pensarse en la posibilidad de que los actores busquen relacionarse con otros de quienes consigan aprender, individuos eficaces. Por su parte, la *efectancia* se caracteriza por la sensación de autosuficiencia y, por lo tanto, una necesidad de individuación, lo cual provoca que las personas efectivas quieran alejarse de otras y motiva el esfuerzo por alcanzar competencia o dominio. La efectancia puede dividirse en una necesidad de competencia y en una necesidad de autonomía, y su satisfacción conduce a la eficacia. Un estudio centrado en los agujeros estructurales, más que en las conexiones, tiene su atención puesta en la eficacia. Tanto la seguridad como la eficacia están presentes en todas las redes sociales, pero dependiendo de cuál predomine, se tendrá un *sistema de apoyo* o un *sistema de naturaleza competitiva* (Kadushin, 2013).

Se define como *zona de primer orden* al conjunto de nodos directamente relacionados con un nodo determinado. Cuando la zona de primer orden se refiere

a personas individuales se emplea el término *entorno interpersonal*, en teoría de redes se le llama *vecindario*. Se denominan *roles* o *posiciones* a los diferentes tipos de relaciones que pueden existir entre los nodos de una red (Kadushin, 2013). El concepto de rol puede referirse tanto al papel que juega un actor como a lo que ese papel implica en su relación con otras posiciones (Velarde Esquivel, 2017). En los entornos interpersonales se dan dos tipos de relaciones, en primer lugar se tienen los *roles identificados*, que son aquellos que forman parte de un *sistema formal* bien definido, por ejemplo: madre, padre, hijos, o posiciones organizacionales como jefe-trabajador. En segundo lugar, se tienen los *roles imprevistos* que son aquellos que forman parte de un *sistema informal*, por ejemplo: amigo, vecino, conocido o compañero de trabajo. Las relaciones informales no son independientes de posiciones formalmente definidas, sino que existen en referencia a ellas. Esto se puede apreciar en la jerarquía que se hace presente dentro de las redes, pues si bien existen niveles de poder o estatus dictados por el sistema formal, en ciertas situaciones críticas los individuos pueden saltarse niveles para llegar de forma directa a la persona más alta, exponiendo un claro ejemplo de sistema informal. Por otro lado, se presentan los conceptos *emic* y *etic*, estas ideas se refieren a lo que los individuos, que forman parte de una estructura social, perciben desde adentro (*emic*) y a lo que se aprecia mediante la observación externa (*etic*). El hecho de que los roles se identifiquen como *emic* o *etic* tiene consecuencias importantes, ya que los roles *emic* tienen mayor probabilidad de mantener su posición que aquellos roles que no son tan evidentes para los miembros de la red, pero que son encontrados tras un análisis de redes (Kadushin, 2013).

La *centralidad* indica qué tan importante es un actor dentro de la red, hay muchas definiciones posibles de importancia y, en consecuencia, muchas medidas de centralidad (Newman, 2010), pero sólo se mencionarán las de utilidad para este trabajo. Se empieza por la medida más simple que está dada por el grado del nodo y se denomina *centralidad de grado*, aquí los actores centrales o de mayor importancia son los que tienen los grados más altos (Newman, 2010). Esta centralidad muestra la importancia de un actor si se trata de una red no dirigida, en cambio si se trata de una red dirigida muestra sólo su interacción en la red y su prestigio está dado por el grado de entrada (Wasserman and Faust, 1994).

Una extensión natural de la centralidad de grado es la *centralidad del vector propio*, esta medida está definida para redes dirigidas y utiliza los vectores propios derecho e izquierdo de la matriz de adyacencia, como los vectores de centralidad correspondientes para los nodos. Si $Ax = \lambda_1 x$ y $A^T y = \lambda_1 y$, entonces los elementos de x y y dan las centralidades del vector propio derecho e izquierdo, respectivamente. La centralidad del vector propio derecho explica la importancia de un nodo a través del valor de los nodos a los que apunta (extensión de

grado exterior). Por otro lado, la centralidad del vector propio izquierdo muestra el prestigio de un nodo al considerar los nodos que apuntan hacia un nodo correspondiente (extensión de grado interior) (Newman, 2010).

Las *autoridades* son actores que contienen información útil y confiable sobre un tema de interés, los hubs muestran en dónde se encuentran dichas autoridades, también pueden ser *centros* e indican en dónde encontrar información autorizada, un actor puede ser tanto una autoridad como un concentrador. Los hubs y las autoridades están presentes sólo en redes dirigidas ya que en las redes no dirigidas no se puede distinguir de qué nodos salen los enlaces ni a qué nodos llegan. Se tienen dos tipos de centralidades para redes dirigidas, *centralidad de autoridad* y *centralidad de hub*, ambas dicen que un nodo es una autoridad si está vinculado a hubs; es un hub si enlaza a las autoridades. Esta idea fue presentada por Kleinberg y desarrollada por él en un algoritmo de centralidad denominado HITS. El algoritmo HITS le otorga a cada actor i una centralidad de autoridad x_i y una centralidad de hub y_i . Cuando la centralidad de autoridad es alta significa que el actor es señalado por muchos centros, es decir, por otros actores con una centralidad de hub alta, y viceversa. La *centralidad de Kleinberg* es una forma elegante de evitar el problema de la centralidad del vector propio común en las redes dirigidas, de que los nodos fuera de los componentes fuertemente conectados o de sus componentes externos, obtengan una centralidad nula. Desde este enfoque la centralidad de autoridad se define como:

$$x_i = \alpha \sum_j A_{ij} y_j \quad ,$$

donde α es una constante. La centralidad de hub se define, de manera similar, como se muestra a continuación:

$$y_i = \beta \sum_j A_{ji} x_j \quad ,$$

con β otra constante. Se hace notar que en este caso los índices de la matriz se intercambian, pues son los nodos a los que i apunta los que definen la centralidad de hub (Newman, 2010).

Por otro lado, entre un par de nodos pueden existir muchas rutas, a la más corta de ellas se le conoce como *geodésica* y a la longitud de dicha ruta como *distancia geodésica*. A la mayor de todas las geodésicas presentes en la red se le conoce como *diámetro*, y expresa cuánto es lo más alejados que están dos actores en la red, a través de las rutas más cortas (Wasserman and Faust, 1994).

Se denota a la distancia geodésica entre nodos i y j como $d(i, j)$, entonces la distancia geodésica media es (Newman, 2010):

$$\ell_i = \frac{1}{n-1} \sum_{i \neq j} d(i, j) \quad .$$

El *grado de cercanía* es una medida de centralidad y muestra qué tan cerca está este nodo del resto de los nodos. Esta cercanía se mide en términos de la distancia geodésica (Estrada and Knight, 2015). La proximidad del nodo i en una red G se define como:

$$CC_i = \frac{1}{n-1} \sum_{i \neq j} \frac{1}{d(i, j)} \quad .$$

Cuando se trata de redes sin dirección no se multiplica por el factor $\frac{1}{n-1}$ para obtener el grado de cercanía (Newman, 2010). Desde el enfoque social esta medida indica que un actor figura como *punto de referencia* o *centro de atención* dentro de la red.

La *centralidad intermedia* caracteriza la importancia de un nodo en la comunicación entre otros pares de nodos. Es decir, la intermediación de un nodo explica la proporción de información que pasa a través de un nodo determinado en las comunicaciones, entre otros pares de nodos en la red (Estrada and Knight, 2015). Por ejemplo, en una red social se tiene un flujo de mensajes, noticias, información o rumores que se transmiten de una persona a otra. Se supone que cada par de actores en la red intercambia un mensaje con la misma probabilidad por unidad de tiempo y que los mensajes siempre toman la ruta más corta a través de la red, entonces el número de mensajes que pasan a través de cada actor es proporcional al número de rutas geodésicas en las que se encuentra el actor, así la centralidad está dada por el número de rutas geodésicas. Los actores con centralidad alta pueden tener una influencia considerable dentro de una red en virtud de su control sobre la información, los actores con mayor interrelación en este ejemplo, son aquellos a través de los cuales pasa la mayor cantidad de mensajes, y si esos actores pueden ver los mensajes a medida que pasan, o si se les paga por transmitirlos, podrían derivar mucho poder de su posición dentro de la red. Los actores con mayor interrelación (actores focales) son también aquellos cuya eliminación de la red interrumpirá la comunicación entre otros actores, a éstos se les denomina *puntos de corte* ya que separan a la red en dos o más componentes

(Newman, 2010). La centralidad intermedia está dada por:

$$BC_i = \sum_i \sum_k \frac{p(j, i, k)}{p(j, k)}, i \neq j \neq k \quad ,$$

donde $p(j, k)$ es el número de rutas más cortas que conectan el nodo j con el nodo k , y $p(j, i, k)$ es el número de estas rutas más cortas que pasan a través del nodo i en la red. Si la red está dirigida, el término $p(j, i, k)$ se refiere al número de rutas dirigidas desde el nodo j al nodo k que pasa a través del nodo i y $p(j, k)$ al número total de rutas dirigidas desde el nodo j al nodo k (Estrada and Knight, 2015).

En este punto se retoma el concepto de reciprocidad. Es interesante preguntarse acerca de la frecuencia de ocurrencia de las relaciones recíprocas, ésta se mide por la *reciprocidad* y dice qué tan probable es que un actor al que se apunta también apunta hacia ti. En general, es más probable que v_i se vincule con v_j si v_j se vincula con v_i , a que si no lo hace. Como ya se mencionó, si hay un enlace dirigido desde el nodo v_i al nodo v_j y también un enlace dirigido desde v_j hasta v_i , entonces se dice que la relación entre v_i y v_j es recíproca, siendo así la reciprocidad r , se define como la fracción de enlaces que son recíprocos. Se hace notar que el producto de los elementos de la matriz de adyacencia $A_{ij}A_{ji}$ es 1 si y sólo si hay un enlace de v_i a v_j y un enlace de v_j a v_i , de lo contrario es cero, además es correcto sumar todos los pares de nodos (i, j) para obtener una expresión para la reciprocidad:

$$r = \frac{1}{m} \sum_{ij} A_{ij}A_{ji} \quad ,$$

donde m es el número total de enlaces dirigidos en la red (Newman, 2010).

También es de interés preguntarse de qué manera pueden ser similares los nodos en una red. La *similitud* se puede determinar de muchas maneras diferentes, sin embargo, existe un enfoque fundamental para construir medidas de similitud, llamado equivalencia estructural. Entonces, dos nodos en una red son *estructuralmente equivalentes* si comparten muchos de los mismos vecinos de la red. Una medida de equivalencia estructural es la *cocitación*, para dos nodos v_i y v_j en una red dirigida se define como el número de nodos que tienen enlaces salientes que apuntan tanto a v_i como a v_j . Dada la definición de matriz de adyacencia de una red dirigida, se observa que $A_{ik}A_{jk}$ es 1 si v_i y v_j son elegidos por k , y cero de lo contrario. Al sumar sobre todo k , la cocitación C_{ij} de v_i y v_j es (Newman, 2010):

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^n A_{ik}A_{jk} \quad .$$

En otro orden de ideas, dada una red G , se dice que una *comunidad* es un conjunto de nodos altamente interconectados (Blondel et al., 2008) (subconjunto cohesivo de nodos de G (Velarde Esquivel, 2017)) y se denota por G' , existen varias estructuras cohesivas que se pueden presentar en una red identificadas como comunidades (Velarde Esquivel, 2017). El concepto de *grupo primario* fue introducido por Charles Cooley (1909), para referirse a los grupos que se caracterizan por la asociación y cooperación presencial. Estos grupos son fundamentales para formar los ideales de sus miembros, de manera que éstos se perciben como parte de un todo, se identifican y comparten los objetivos comunes del grupo. Dentro de las redes se pueden encontrar grupos altamente cohesivos, el *clique* representa este caso y se define como un subconjunto máximo completo de tres o más nodos, de modo que todos los nodos interactúan entre sí (Kadushin, 2013). Se debe tener en cuenta que los cliques pueden superponerse, lo que significa que pueden compartir uno o más de los mismos nodos. Una variación sobre este concepto es el *k-core*, que se define como un subconjunto máximo de nodos de modo que cada uno está conectado al menos a otros k en el subconjunto (Newman, 2010). Tanto cliques como k-cores, permiten hallar subgrupos basándose en la cantidad de enlaces que hay dentro de ellos (Velarde Esquivel, 2017). El problema de detección de comunidades requiere la partición de una red en comunidades de nodos densamente conectados, con los nodos pertenecientes a diferentes comunidades que están escasamente conectados, por tanto, se han propuesto varios algoritmos para encontrar particiones razonablemente buenas (Blondel et al., 2008). Estos algoritmos están basados en la *modularidad* y lo que hacen es comparar el número de conexiones dentro de la comunidad con el de una red aleatoria equivalente que no presente comunidades, haciendo divisiones sucesivas de dos comunidades. El número de enlaces dentro de la comunidad debe ser mayor que el número esperado de conexiones presentes en la red aleatoria equivalente, a su vez, la comunidad detectada vuelve a dividirse siguiendo el mismo criterio, de tal forma que se van anidando hasta que todas las comunidades posibles son halladas en la red (Velarde Esquivel, 2017).

Capítulo 3

Metodología

En este capítulo se presentan los métodos que se utilizaron para conseguir los datos que se emplearon en el desarrollo de este trabajo, las variables tratadas en el estudio, el procedimiento realizado para la modelación de las redes y para la generación de métricas, por último se menciona cómo se realizó el análisis y los resultados que se obtuvieron.

3.1. Población de estudio

La población de actores fue el conjunto de artesanas que pertenecían a la cooperativa *Ya Munts'i B'ehña*, de la cual interesaba estudiar el panorama social y cultural que tenían en el momento del estudio, así como sus fortalezas y debilidades. Esto fue posible por medio de la modelación de una red social ya que brinda las herramientas necesarias para representar y analizar datos que surgen de sus interacciones. Es preciso mencionar que este trabajo, al igual que todos los trabajos de área social donde los datos se recaban a través de encuestas, tiene limitaciones en cuanto a la información obtenida para modelar dichas redes, ya que existen factores que dificultan la comunicación y recepción de información, como son el contexto cultural, la desconfianza e, incluso, la necesidad de un traductor.

En el conjunto de datos se tenían variables de estructura y de composición. Las *variables estructurales* especificaban los enlaces entre los pares de actores (Wasserman and Faust, 1994), en este caso se definieron dos variables: confianza y parentesco. Las *variables de composición* permitían identificar ciertos atributos de cada actor, a nivel individual y daban información valiosa para el estudio (Was-

serman and Faust, 1994). Las variables de composición definidas (ver tabla 3.1), a partir de las características de las artesanas, se obtuvieron de la Ficha personal de la artesana, ubicada en el Anexo C (variables 1, 2, 3 y 4), de encuestas (variables 5, 8, 11, 12, 13, 14 y 15), de la relación de pedidos y el reparto por tipo de cambio (variables 6, 7, 9 y 10); en la Sección 3.2. se explica cómo se obtuvo dicha información. Por otra parte, el término *modo* se usa para referirse al conjunto de entidades del que se miden las variables estructurales, este trabajo presentó redes que se componen de un modo, es decir, se analizaron relaciones sobre un único conjunto de actores y se conocen como *redes de un-modo* (Wasserman and Faust, 1994).

Tabla 3.1: Variables de Composición

Var.	Descripción
1	Nombre de la artesana
2	Comunidad
3	Estado civil
4	Edad
5	Razón de orgullo
6	Fecha de ingreso a la cooperativa
7	Tipo de socia
8	Cargo que desempeña
9	Número de esponjillas que entrega por pedido
10	Pago que reciben por pedido
11	Religión
12	Cargos que ha desempeñado su esposo dentro de la comunidad
13	Si su esposo permanece en la comunidad o está en E.U.A
14	Cargos que ha desempeñado dentro de la Cooperativa
15	Cargos que ha desempeñado dentro de la comunidad

3.2. Recolección de datos

La información empleada para desarrollar esta investigación se obtuvo de:

1. Encuestas realizadas a las artesanas.
2. Bases de datos en Excel.
3. Entrevistas a las administradoras.

4. Ficha personal de la artesana.
5. Entrevista a Corazón Verde

Las bases de datos en Excel fueron proporcionadas por la presidente de la cooperativa, mismas que se conformaron por la lista de pedidos y la lista de artesanas. La Ficha personal de la artesana (se muestra en el Anexo C.) y la entrevista a Corazón Verde, fueron proporcionadas por la bióloga Alejandra Sánchez Ramírez, quien desarrolló su tesis¹ en la cooperativa, por tanto ya contaba con información previa que ayudó a complementar este trabajo. De las entrevistas realizadas a las administradoras (actuales y pasadas) se obtuvieron datos acerca de su organización, historia y percepción de la cooperativa.

La encuesta, que respondieron 102 artesanas, se conformó por once preguntas presentadas a continuación:

1. ¿Habla español?
2. ¿Habla inglés?
3. ¿Sabe escribir y leer?
4. ¿La cooperativa influyó en su decisión de aprender a escribir y leer?
5. ¿Tiene algún familiar dentro de la cooperativa? ¿Quién es?
6. ¿Ha tenido que solventar el total de los gastos en su casa? ¿Por qué?
7. ¿Piensa que es bien pagado su trabajo? ¿Si o no?
8. ¿Qué hace con las esponjillas rechazadas?
9. Si no asiste a una asamblea ¿a quién le pregunta la información?
10. ¿Se siente orgullosa de pertenecer a la cooperativa? ¿Por qué?
11. ¿Le gustaría desempeñar un cargo?

¹Tesis Agave e ixtle en la cooperativa Ya Munts'i B'ehña de la comunidad indígena El Alberto (Ixmiquilpan, Hidalgo, México): ¿un manejo hacia la sustentabilidad? [Laboratorio de Edafología, Facultad de Ciencias (UNAM).]

Las variables estructurales se obtuvieron de las preguntas cinco y nueve, se modeló una red por cada pregunta. En el caso de la pregunta nueve, se buscaba determinar un nivel de confianza de las artesanas en la cooperativa, no obstante, las respuestas no permitieron establecer el enlace claramente, por lo que se realizó otra encuesta y se cambió la pregunta nueve por las siguientes:

- 9a. ¿Con quién de sus compañeras se lleva mejor?
- 9b. ¿Con quién de sus compañeras platica siempre?
- 9c. ¿A quién de sus compañeras considera como amiga?

3.3. Modelación y generación de métricas

Una vez que se definió el conjunto de actores y las variables que se querían analizar entre ellos, se modelaron las redes. Esto es, una *red de parentesco* y una *red de confianza* donde los nodos, en ambas redes, representaban a las artesanas de la cooperativa que respondieron la encuesta, añadiendo además las artesanas mencionadas por las mismas, y los enlaces representaban relación de parentesco y confianza, respectivamente. Para la red de parentesco la relación era recíproca por lo que los enlaces no tenían dirección, en cambio para la red de confianza los enlaces iban de las artesanas encuestadas hacia las artesanas que mencionaron, ya que esa relación no siempre fue recíproca.

El siguiente paso fue presentar los datos en una matriz de adyacencia, para fines computacionales, de esta manera si existía un enlace entre un par de nodos se asignaba un 1 en la entrada correspondiente y un 0 si no existía dicho enlace. Se realizó una matriz de adyacencia para cada red. A partir de sus matrices se crearon las tablas de enlaces en una hoja de cálculo de Excel (que se guardó como un archivo de valores separados por comas o CSV), como se muestra en la tabla 3.2 y tabla 3.3, donde las columnas Source y Target simbolizaban las conexiones entre los nodos. Para la red dirigida la columna Source representaba el nodo de donde sale el enlace y la columna Target representaba al nodo en donde incide el enlace.

En la columna Type se indicaba si la red era dirigida o no dirigida y en la columna Weight se le asignaba un valor o peso a los enlaces, en este caso el valor era de 1 para todos ellos, en ambas redes.

Tabla 3.2: Tabla de enlaces red de confianza.

Source	Target	Type	Weight
1	4	Directed	1
2	4	Directed	1
3	10	Directed	1
4	30	Directed	1

Tabla 3.3: Tabla de enlaces red de parentesco.

Source	Target	Type	Weight
3	37	Undirected	1
4	98	Undirected	1
5	8	Undirected	1
6	13	Undirected	1

También se crearon sus respectivas tablas de nodos, como se muestra en la tabla 3.4, donde la columna Id era un número de identificación único que permitía almacenar información acerca del nodo, la columna Label era la etiqueta que se asignaba a cada nodo y las columnas restantes indicaban atributos de los mismos. La tabla de nodos de la red de parentesco tenía exactamente las mismas columnas y se agregó la columna Parentesco.

Tabla 3.4: Tabla de nodos red de confianza.

Id	Label	Nombre de la Artesana	Comunidad	Año de ingreso	Tipo de Socia
1	1	Agustina Jerónimo	Alberto	1999	A
2	2	Amalia Reyes	Alberto	1999	A
3	3	Amalia Hernández	Alberto	2006	C
4	4	Anastacia Bautista	Alberto	2001	A

Se organizaron y almacenaron los datos de esta forma para poder ingresarlos al software *Gephi*, una plataforma Open Source para el análisis y visualización de redes. Las métricas generadas fueron grado, grado de salida, grado de entrada, centralidad de grado, diámetro, densidad, HITS (centralidad de autoridad y centralidad de hub), modularidad, componentes conexos, coeficiente de clustering, distancia geodésica media (distancia media de camino), centralidad del vector propio, grado de cercanía y centralidad intermedia. Cabe mencionar que la distribución de grado no se incluyó en este trabajo debido a que las redes fueron muy pequeñas, por tanto, no se pudo observar una tendencia clara en la distribución seguida.

3.3.1. Métricas de Reciprocidad y Similitud

La métrica de Reciprocidad se realizó con ayuda del lenguaje de programación R, en *RStudio* se desarrolló el código que da el valor de r , mismo que se puede consultar en el Anexo B (B.1.). Para la métrica de similitud se hizo uso de la paquetería *igraph*, después de haber creado un objeto tipo *igraph* la similitud se calculó por medio de la función *cocitation()*, el código se presenta en el Anexo B (B.2.).

3.4. Análisis y resultados

El análisis se realizó con base en las métricas mencionadas en la sección 3.3., que se explicaron en el Capítulo 2, no obstante, el software Gephi emplea distintos algoritmos para algunas de las métricas, los cuales se muestran en el Anexo A. Los resultados que se obtuvieron de este análisis se explican a detalle en el siguiente capítulo.

Capítulo 4

Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del análisis de las redes de confianza y parentesco de la Cooperativa *Ya Munts'i B'ehña*.

4.1. Red de confianza

La red de confianza de la cooperativa *Ya Munts'i B'ehña* (figura 4.1) tiene 109 nodos con 137 enlaces entre ellos, está conformada por 12 componentes. Sin embargo, se analiza sólo el componente más grande, el cual agrupa el 73.39% de los nodos y representa el comportamiento de todo el sistema.

El componente más grande (figura 4.2) tiene 80 nodos y 116 enlaces entre ellos. Por tanto, la distancia media es de 1.97, esto significa que todas las artesanas se pueden conectar en 1.97 pasos en promedio, o bien, en a lo más dos pasos. Parece que la red es compacta ya que tiene un diámetro de 5, es decir, si se envía información de un extremo a otro de la red, o algún otro recurso se necesitan sólo 5 pasos. El coeficiente de clustering global es de 0.122, esto es, aproximadamente, el 10% de las artesanas confía en sus compañeras a nivel global. Es importante mencionar que la red de confianza no es un sistema de mundo pequeño, a pesar de ser una red social, lo cual es un resultado imprevisto pues, en general, se espera que una red social sea de mundo pequeño. Lo anterior se debe a que tiene un clustering muy bajo y sugiere que existe poca cohesión en la red.

Este componente tiene una densidad de 0.018, que aparentemente indica que, la red es muy poco densa o que está poco conectada. El que presente una densidad muy pequeña no necesariamente muestra que la cooperativa no sea un buen

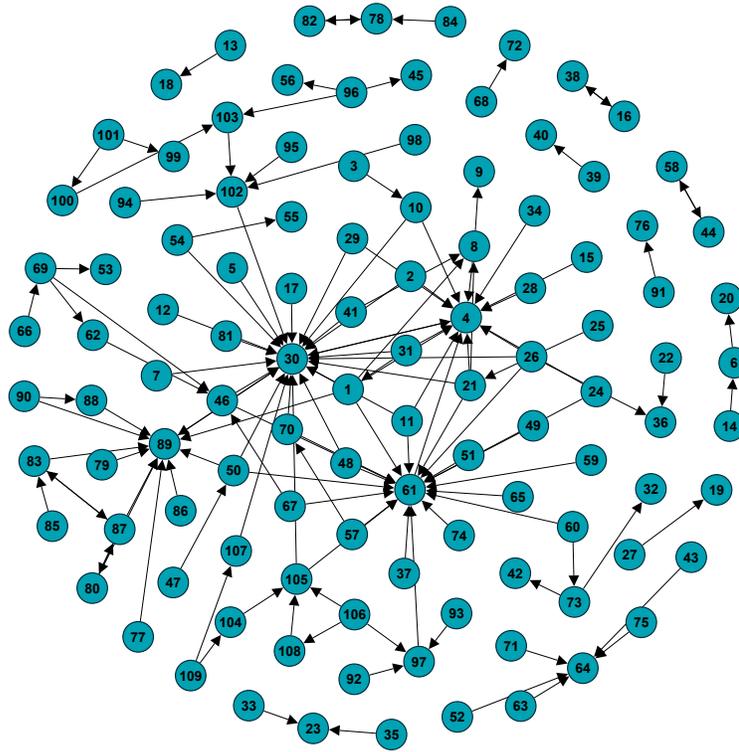


Figura 4.1: Red de confianza de la Cooperativa Ya Munts'i B'ehña.

sistema de apoyo o de trabajo, es posible decir, que más bien, no es un grupo cohesionado, es decir, no se tiene una plena sensación de confianza entre las artesanas. Este resultado es inesperado puesto que ellas afirman ser un grupo muy unido, además de ser pequeño y muy cerrado, lo que permite que todas se conozcan. La baja densidad de la red también sugiere la presencia de agujeros estructurales, por lo que se supone que existe labor de intermediación y que se hace un esfuerzo por mantener unido al grupo.

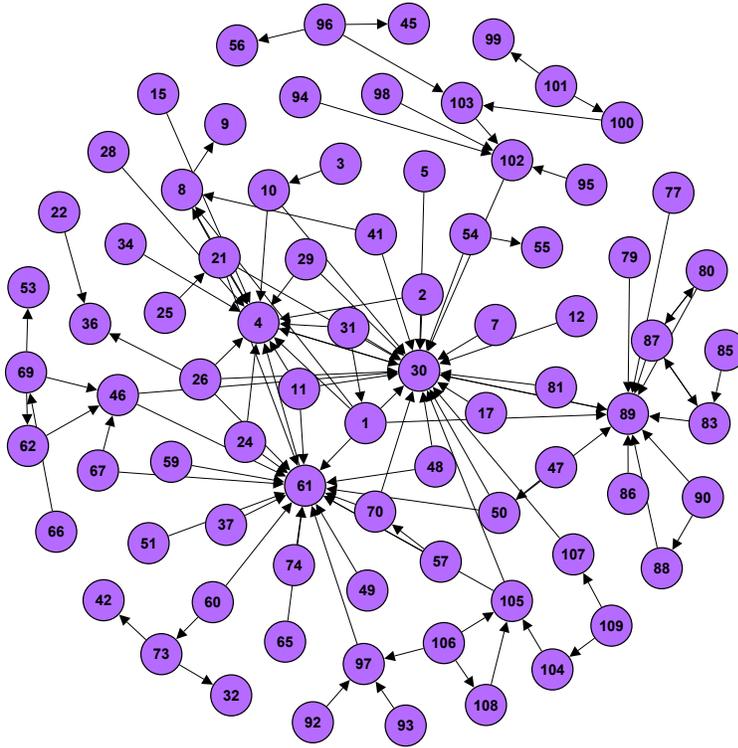


Figura 4.2: Componente gigante de la red de confianza.

Se observa que algunos nodos tienen un número de enlaces superior al promedio, es posible inferir que las artesanas que presentan un mayor número de conexiones sean líderes dentro de la cooperativa. La cantidad de enlaces para cada nodo se concentra entre 1 y 6, el grado de cada uno muestra su nivel de interacción en la red. Así, el nodo con mayor interacción dentro de la red es el nodo 30 y cuenta con un total de 26 enlaces. Otros nodos con alto grado son el nodo 61 y el nodo 4; quienes tienen un total de 21 y 16 interacciones, respectivamente. Sus roles están bien definidos dentro de la estructura administrativa de la

cooperativa, el nodo 30 es la Presidente de la cooperativa, el nodo 61 es Suplente de vigilancia y el nodo 4 es Presidente de vigilancia. No obstante, en términos de jerarquía existe una diferencia étic, es decir, las artesanas identifican la posición de la Presidente como figura central en el tercer nivel de autoridad y consideran a la Presidente de vigilancia seguida por la Suplente de vigilancia. Sin embargo, al observar por medio del grado, se tiene que la Suplente de vigilancia tiene una mayor interacción, lo que sugiere que tiene mayor liderazgo. Lo anterior se reafirma con el prestigio, el cual está dado por el grado de entrada, el nodo 30 tiene un grado de 24; los nodos 61 y 4 tienen grados de entrada 20 y 15, respectivamente. Para las siguientes medidas de centralidad se eligieron los 5 valores más altos y se presentan los resultados en la tabla 4.1.

Tabla 4.1: Medidas de Centralidad.

Nodo	Grado de cercanía	Centralidad intermedia	Autoridad	Hub
30	1	86.833333	0.705082	0.090661
73	1	2	0.015194	0
22	1	0	0	0.007913
1	0.857143	3.5	0.031372	0.317019
26	0.833333	0	0	0.282164
50	0.8	4	0	0.228287
11	0.8	0	0	0.274251
21	0.75	6	0	0.29467
10	0.75	3	0	0.184765
2	0.75	0	0	0.184765
29	0.75	0	0	0.184765
61	0.5	38.166667	0.54181	0.068313
4	0.666667	32	0.413611	0.116452
102	0.6	21	0	0.116452
89	0.666667	18	0.135311	0.116452
8	0.571429	5.5	0.123633	0.070228

En la columna del grado de cercanía se observan 11 nodos centrales, mismos que pueden interactuar con otros nodos en seguida y que se consideran puntos de referencia. Estos nodos se encuentran en una posición favorecida ya que obtendrán mejores recursos (información) y poseerán mayor influencia dentro del sistema. No es ninguna sorpresa que 9 artesanas (nodos 30, 22, 1, 26, 21, 2, 10, 11 y 29) pertenezcan a la comunidad El Alberto puesto que, dentro de la cooperativa, es el grupo más fuerte y de cierto modo el dominante, sin embargo, sobresalen dos artesanas pertenecientes a la comunidad Dadhó (nodos 73 y 50). Se puede inferir

que el desempeñar un cargo o pertenecer a la clasificación de socia tipo A da un mayor prestigio, mismo que se conserva y sirve para futuras referencias; por ejemplo, los nodos 26 y 11 no han desempeñado ningún cargo pero son socias tipo A y los nodos 73 y 50 son socias tipo B pero desempeñan un cargo. En este aspecto es interesante resaltar el caso del nodo 22, puesto que no ha desempeñado ningún cargo y es socia tipo C, además su ingreso a la cooperativa es reciente (año 2016), por lo que se supone, en un principio, que no tiene ningún prestigio aparente, no obstante, logró colocarse en el nivel más alto de influencia (referencia) junto con los nodos 30 y 73. Por otro lado, sólo las siguientes artesanas realizan un cargo en la actualidad: el nodo 30, como ya se especificó, es la Presidente, el nodo 10 tiene el cargo de Reconciliación y arbitraje, mientras que los nodos 73 y 50 son Comité de aviso. De aquí se deduce que los siguientes nodos han logrado conservar su prestigio: el nodo 1 por ser la primer Presidente de la cooperativa, los nodos 2 y 21 por haber desempeñado el cargo de Comité de aviso y el nodo 29 por haber sido Tesorera; además todas son socias fundadoras de la cooperativa. Otro supuesto es que las artesanas obtienen prestigio a través de sus esposos. Si su esposo tuvo un buen desempeño en algún cargo importante dentro de su comunidad, ella será beneficiada con el reconocimiento de los locatarios o si su esposo se encuentra en Estados Unidos deberá representarlo en las Asambleas o hacer función de interino. También, se debe tomar en cuenta que en caso de ser viudas o madres solteras la participación en su comunidad es obligatoria.

Tabla 4.2: Cargos comunitarios de las artesanas y sus esposos.

Nodo	Artesana	Esposo
30	Ninguno	Delegado, Comité de agua y escuela
22	Ninguno	Varista
73	Comité de salud	NA
1	Ninguno	Delegado y Comisariado
26	Ninguno	NA
50	Comité de escuela, agua e iglesia	NA
21	Ninguno	NA
2	Si (no mencionó cual)	Si (no mencionó cual)
10	Ninguno	Comisariado, Comité de agua y Varista
11	Ninguno	Ninguno
29	Ninguno	Delegado

En la tabla 4.2 se muestran los cargos que han ocupado las artesanas en su comunidad y los cargos que han desempeñado sus esposos dentro de la misma. Como ya se mencionó, las mujeres que son madres solteras (nodos 73 y 50) o

viudas (nodos 26 y 21) están obligadas a ocupar un cargo dentro de su comunidad ya que son la figura que representa a su familia, sin embargo, en la tabla 4.2 se observa que los nodos 26 y 21 no han desempeñado ningún cargo dentro de ésta. Se supone que los nodos 73 y 50 tienen más facilidad para realizar un cargo dentro de la cooperativa puesto que ya tienen la experiencia y los conocimientos necesarios para ejercerlo, además ellas son el único referente de prestigio y podría sugerir el empoderamiento de estas mujeres frente a la figura masculina. También es interesante mencionar el caso del nodo 11, esto porque no ha desempeñado ningún cargo dentro de su comunidad, al igual que su esposo, quien se encuentra en Estados Unidos, lo cual sugiere que ninguno de los dos participa en la organización comunitaria y en consecuencia no obtienen ningún prestigio ni reconocimiento, aún así este nodo es un punto de referencia dentro de la cooperativa (socia tipo A). Para el resto de las artesanas (nodos 30, 22, 1, 2, 10 y 29) se infiere que de alguna manera obtienen prestigio de parte de sus esposos, también se supone que reciben influencia de ellos, lo que las incentiva a desempeñar un cargo dentro de la cooperativa. Lo anterior debido a que estas artesanas no han desempeñado ningún cargo dentro de su comunidad, sin embargo, ocupan cargos dentro de la cooperativa o han desempeñado alguno (con excepción del nodo 22), mientras que sus esposos han desempeñado cargos en su comunidad. Se hace notar que entre más alto es el cargo que desempeña el varón dentro de la estructura de gobernanza de la comunidad, más alto es el cargo que ocupa la artesana dentro de la administración de la cooperativa, lo que refuerza el supuesto de que reciben influencia de parte de sus esposos. En general, estos 11 nodos pueden ser de mucha utilidad cuando se trata de comunicar o transmitir información, sin que ésta se distorsione, puesto que se encuentran más cerca de todos los demás nodos dentro de la red.

Tabla 4.3: Nodos resultantes en autoridad.

Nodo	Comunidad	Tipo de socia	Cargo
30	Alberto	A	Presidente
61	Dadhó	B	Suplente de vigilancia
4	Alberto	A	Presidente de vigilancia
89	Bethé	B	Presidente de empaque
8	Alberto	B	Secretaria

En relación con centralidad de Kleinberg, se tiene que las autoridades son los nodos 30, 61, 4, 89 y 8, estos nodos tienen información confiable y útil sobre todos los temas que respectan a la cooperativa, en la tabla 4.3 se incluyen algunas características importantes de cada actor. Se observa que hay artesanas de otras comunidades, el nodo 61 de la comunidad Dadhó y el nodo 89 de la comunidad

Bethé, sólo los nodos 30 y 4 son socias tipo A, los otros tres son socias tipo B. Al parecer hay apertura gracias al cargo que desempeñan dentro de la administración actual de la cooperativa. También se infiere que las artesanas identifican muy bien quiénes son sus autoridades, pues estos cinco actores ocupan los cargos más importantes y de mayor jerarquía. A pesar de ello se tienen diferencias éticas en términos de jerarquía, es decir, se ubica a la Presidente en el tercer nivel de autoridad, a la Secretaria en el cuarto nivel, en el quinto nivel la Presidente de Vigilancia seguida por la Suplente de Vigilancia y a la Presidente de empaque en el sexto nivel de autoridad. Ahora, si se observa por centralidad de autoridad, se tiene que el nodo 8 está por debajo de los nodos 61, 4 y 89, o sea tres niveles de autoridad más abajo del que le corresponde, y el nodo 61 está por encima del nodo 4. Es probable que las artesanas no respeten del todo la autoridad del nodo 8, prefieren recurrir a los nodos 61, 4 y 89 antes que a este actor, sin embargo, por desempeñar su cargo, se convierte en una autoridad importante ya que está al tanto de los asuntos de la cooperativa y se encuentra con frecuencia con las otras autoridades. El nodo 61 y el nodo 4 se encuentran en el mismo nivel de autoridad pero quien realmente desempeña el cargo es el nodo 4, el nodo 61 sería más como un auxiliar o reemplazo en caso de que el nodo 4 no pueda cumplir con sus obligaciones, de igual manera las artesanas prefieren recurrir al nodo 61 antes que al nodo 4.

Tabla 4.4: Nodos resultantes en hub.

Nodo	Comunidad	Tipo de socia	Cargo actual	Cargo anterior
1	Alberto	A	Ninguno	Presidente
26	Alberto	A	Ninguno	Ninguno
50	Dadhó	B	Comité de aviso	Ninguno
21	Alberto	A	Ninguno	Comité de aviso
11	Alberto	A	Ninguno	Ninguno

Los hubs o centros son los nodos 1, 26, 50, 21 y 11, estos actores señalan en dónde se encuentran las autoridades, también pueden decir en dónde hallar información autorizada y confiable. En la tabla 4.4 se ve que los nodos 1, 26, 21 y 11 pertenecen a la comunidad El Alberto y sólo el nodo 50 pertenece a la comunidad Dadhó. De aquí se deduce que es más común, o más sencillo, que las artesanas albertanas se enlacen con las autoridades, además el nodo 1 y el nodo 21 han realizado un cargo, razón por la que podrían ser centros ya que, en algún momento, el nodo 1 fue una autoridad dentro de la organización de la cooperativa al ocupar el cargo de Presidenta, y el nodo 21 estuvo en contacto constante con las autoridades del momento por pertenecer al Comité de aviso. Lo anterior da un indicio de que la administración de la cooperativa se ha realizado, en general,

por el mismo grupo de artesanas. En el caso del nodo 50, pertenece al Comité de aviso en el organigrama actual, lo que le permite conectarse directamente con las autoridades y recibir información de las mismas.

Tabla 4.5: Nodos resultantes en centralidad intermedia.

Nodo	Comunidad	Tipo de socia	Cargo
30	Alberto	A	Presidente
61	Dadhó	B	Suplente de vigilancia
4	Alberto	A	Presidente de vigilancia
102	Loma	B	Comité de aviso
89	Bethé	B	Presidente de empaque

Para centralidad intermedia se tienen cinco nodos con una mayor interrelación en la red. La cantidad de información que pasa por estos nodos es bastante significativa, por lo que se infiere que tienen total control sobre la misma y que cuentan con una influencia considerable e importante dentro de este sistema, si no es que influencia absoluta. En la tabla 4.5 se presentan los nodos resultantes con algunas características notables. Es un resultado muy interesante e inesperado puesto que, como ya se indicó, el grupo de artesanas más fuerte y dominante es el de la comunidad El Alberto. A pesar de ello en la tabla 4.5 se puede ver que resaltan nodos de otras comunidades, el nodo 61 de la comunidad Dadhó, el nodo 102 de la comunidad La Loma y el nodo 89 de la comunidad Bethé. Así, es posible decir que el grupo de artesanas de la comunidad El Alberto ha ido perdiendo fuerza o ha cedido el control dentro de la cooperativa permitiendo que las artesanas de otras comunidades se hagan cada vez más presentes, como figuras de liderazgo, dentro de la misma. Otro resultado de atención es que sólo hay dos socias tipo A, nodo 30 y nodo 4, los otros tres nodos son socias tipo B; en realidad tienen los mismos derechos y obligaciones, la única diferencia es que las socias tipo B no son socias fundadoras. De aquí se deduce que estas tres artesanas han logrado igualar el prestigio de una socia fundadora y se han colocado como líderes sumamente importantes en la cooperativa. Se hace notar que todos los nodos desempeñan un cargo dentro de la administración actual de la cooperativa, además se observa que existen diferencias étic en términos de jerarquía. Ya se vio que sus roles están bien definidos, entonces las artesanas identifican a la Presidente como figura central en el tercer nivel de autoridad, a la Presidente de vigilancia en el quinto nivel de autoridad, seguida por la Suplente de vigilancia; a la Presidente de empaque en el sexto nivel y al Comité de aviso en el octavo nivel de autoridad. No obstante, al observar por medio de centralidad intermedia la Suplente de vigilancia tiene mayor liderazgo que la Presidente de vigilancia, de igual manera el nodo 102, quien pertenece al Comité de aviso, tiene mayor liderazgo que la Presidente

de empaque. Por otro lado, se sabe que estos cinco nodos son actores focales, es decir, al eliminarlos de la red se interrumpen las comunicaciones con los demás nodos, sin embargo, sólo se considera a los nodos 30 y 61 como puntos de corte, debido al impacto que causan en el sistema. Entonces, al eliminar el nodo 30, aunque la red se divide en 8 componentes, permanece uno con 77.22 % de los nodos conectados lo que supone que la red puede seguir funcionando, incluso cuando no se encuentre el actor 30 (ver figura 4.3).

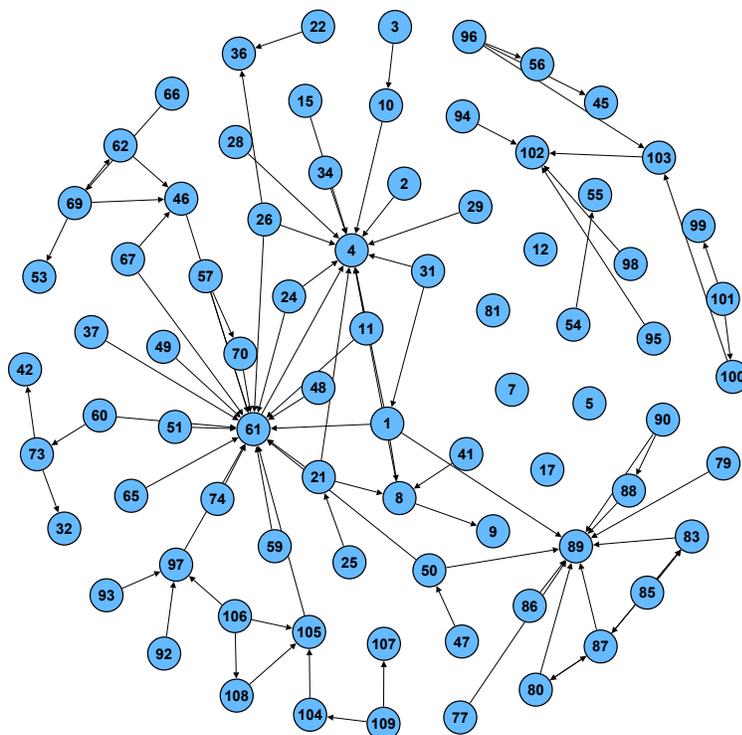


Figura 4.3: Simulación de eliminación del nodo 30.

En otro orden de ideas, como se trata de una red dirigida, se tienen compo-

nentes fuertemente conectados, 76 en la red original y 77 en la red sin el nodo 30. Es decir, si se elimina a la Presidente, la dirección de los enlaces limita a pocos nodos de poder interactuar con otros de forma directa, aun así sería más difícil la resolución de problemas que pudieran presentarse, ya que existen nodos que no tienen interacción en la red y por tanto, se quedan sin compartir ni recibir información. La densidad del sistema simulado es de 0.015, se observa que con respecto a la red original disminuye un poco, esto dice que el grupo sigue débil o poco cohesionado. Una alternativa para afrontar que este sistema sea desconexo, tras la eliminación del nodo 30, podría ser establecer nuevos líderes o crear enlaces nuevos entre los componentes que quedaron sin conexión. Para poder proponer un grupo de líderes hay que revisar las medidas de centralidad calculadas para este sistema, en tal caso consideramos sólo el valor más alto, pues tiene una diferencia importante con los valores siguientes. Por tanto, se muestra al nuevo grupo de líderes en la tabla 4.6.

Se observa que, al obtener el grado de entrada en el nuevo sistema, los actores destacados son los mismos, con excepción del nodo que fue eliminado, y en el mismo orden de prestigio. Para grado de cercanía se aprecian 24 nodos centrales, empatados con el valor más alto de referencia, de los cuales se conservan los nodos 73, 22, 26, 11, 10, 2 y 29 de la red original; los nuevos puntos de referencia son los nodos 61, 8, 87, 103, 88, 15, 24, 28, 34, 54, 77, 79, 86, 90, 94, 95 y 98. De estos puntos de referencia recientes, dos son de la comunidad Dadhó (nodos 61 y 54), seis de la comunidad Bethé (nodos 87, 88, 90, 77, 79 y 86) y cuatro de La Loma (nodos 103, 94, 95 y 98). Al parecer la eliminación del nodo 30 permite que artesanas de otras comunidades se coloquen como puntos de referencia, este resultado muestra que el grupo de artesanas de El Alberto (recordar que son los nodos 22, 26, 11, 10, 2 y 29), ya no es tan fuerte ni dominante en la nueva configuración de la red. De lo anterior se deduce que, el nodo 30 es fundamental para mantener la fortaleza y el dominio del grupo de artesanas de la comunidad El Alberto. En cuanto a centralidad intermedia y autoridad, el actor más importante es el nodo 61, lo cual no es una sorpresa ya que era el nodo mejor calificado después del nodo 30, en la red original. El nodo 1 mantiene su lugar como hub y nos dice en dónde encontrar a esta autoridad, además sigue concentrando información autorizada. Así, el candidato óptimo para tomar el liderazgo de la cooperativa en ausencia del nodo 30, es el nodo 61. Ahora, estas artesanas se encuentran en posiciones favorecidas dentro de la nueva forma de la red y se convierten en nodos estratégicos para enfrentar los problemas que se hayan presentado después de perturbar el sistema, no obstante, el líder por excelencia es el nodo 61.

En seguida, se retoma la red original y se simula la eliminación del nodo 61 (ver figura 4.4). De manera similar, cuando eliminamos el nodo 61, la red se divide

Tabla 4.6: Medidas de centralidad para la red sin el nodo 30.

Nodo	Grado (in)	Gr. de cercanía	C. intermedia	Autoridad	Hub
61	20	1	25	0.841678	0.099262
4	14	0	0	0.48439	0
8	3	1	6	0.135625	0.103613
87	2	1	3	0.015652	0.038267
103	2	1	3	0	0
10	1	1	1	0	0.099262
73	1	1	2	0.036894	0
88	1	1	0	0.007483	0.034983
2	0	1	0	0	0.099262
11	0	1	0	0	0.27174
15	0	1	0	0	0.09926
22	0	1	0	0	0.012457
24	0	1	0	0	0.27174
26	0	1	0	0	0.2841
28	0	1	0	0	0.09926
29	0	1	0	0	0.099262
34	0	1	0	0	0.099262
54	0	1	0	0	0
77	0	1	0	0	0.034983
79	0	1	0	0	0.034983
86	0	1	0	0	0.034983
90	0	1	0	0	0.036517
94	0	1	0	0	0
95	0	1	0	0	0
98	0	1	0	0	0
1	1	0.833333	4	0.021233	0.334516

en 8 componentes pero permanece uno con 87.34% de los nodos conectados, lo que implica que la red puede seguir funcionando, incluso cuando no se encuentre el nodo 61. La densidad del nuevo sistema es 0.015, nótese que es el mismo valor de la red sin el nodo 30 y de igual manera, muestra que la red sigue débil o poco cohesionada. El número de componentes fuertemente conectados cambia de 76 en la red original a 75 en la red sin el nodo 61, de aquí se considera que la eliminación de este nodo de alguna manera beneficia a la red de confianza, pues al no estar presente podría resaltar alguna relación, dicho de otra forma, la ausencia del nodo 61 ayuda a fortalecer relaciones que no son tan visibles, o tan fuertes, cuando está

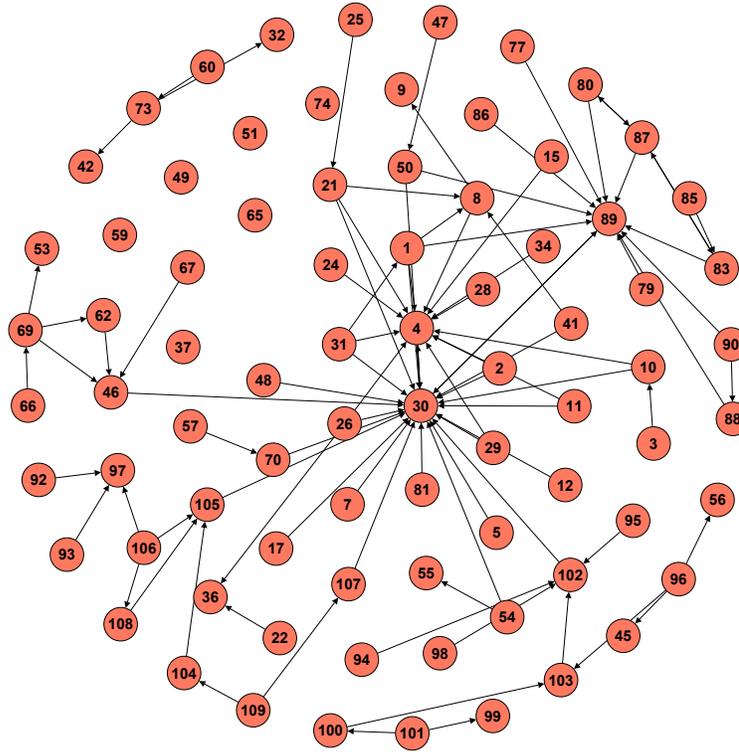


Figura 4.4: Simulación de eliminación del nodo 61.

presente en el sistema. Al pensar en lo anterior, la intermediación de este actor es, tal vez, innecesaria dado que las relaciones podrían ser directas, a pesar de ello existe un motivo por el cual las artesanas acuden a ella en primer instancia y la colocan en una posición tan privilegiada. En este caso, enfrentar que la red sea disconexa sería más sencillo, pues ahora se tiene la facultad de crear o establecer relaciones directas entre los componentes que quedaron sin conexión. También, se facilita proponer un nuevo grupo de líderes pues, en esta configuración de la red, las medidas de centralidad (ver tabla 4.7) sufren cambios poco significativos.

Tabla 4.7: Medidas de centralidad para la red sin el nodo 61.

Nodo	Grado (in)	Gr. de cercanía	C. intermedia	Autoridad	Hub
30	24	1	84	0.848402	0.116761
4	14	0.666667	10	0.481525	0.156108
73	1	1	2	0	0
22	0	1	0	0	0.008887
92	0	1	0	0	0
93	0	1	0	0	0
1	1	0.833333	2.5	0.046605	0.298257

De igual modo se consideró sólo el valor más alto, así pues, para grado de entrada se tienen los mismos actores destacados, con excepción del nodo que fue eliminado, y en el mismo orden de prestigio. En grado de cercanía se conservan los nodos 30, 73 y 22, los nuevos puntos de referencia son los nodos 92 y 93, ambos de la comunidad La Loma. Entonces, la falta de este actor no da apertura a artesanas de otras comunidades, al contrario los actores centrales se reducen de 11, en la red original, a sólo 5 actores en la red sin el nodo 61. En todas las medidas de centralidad el actor más prominente sigue siendo el nodo 30, de esta manera continúa como el líder por excelencia de la nueva red. El nodo 1 conserva su ubicación como hub y contiene información confiable, pues está ligado a la autoridad (nodo 30). En general, la ausencia del nodo 61 reduce el número de actores importantes con respecto a la red original, el poder se concentra sólo en siete nodos que ahora son actores clave para afrontar los problemas que pudieran presentarse.

Por otro lado y como último ejercicio se eliminan el nodo 30 y el nodo 61, de manera simultánea, de la red original. Al quitar ambos nodos la red se divide en 19 componentes, el más grande de ellos agupa el 41.03% de los nodos, esto es 32 nodos y 39 enlaces, lo que conlleva a decir que el sistema ya no puede seguir funcionando. La densidad de esta red es de 0.011, que con respecto a la red original, ha sufrido cuantiosa disminución. De acuerdo con lo anterior, se ve que la red es sumamente débil pues basta con quitar estos dos actores para causar un daño definitivo y de gran consideración. El componente más grande contiene los nodos 4, 8 y 89, quienes son posibles candidatos de líderes, a pesar de ello, estos nodos no están facultados pues no causan un impacto grande ni significativo dentro de la red. En esta forma del sistema sería casi imposible volver a establecer relaciones entre los actores que quedaron sin conexión, así como un líder, por lo que no se podrían enfrentar los problemas que se presentan después de dicha perturbación.

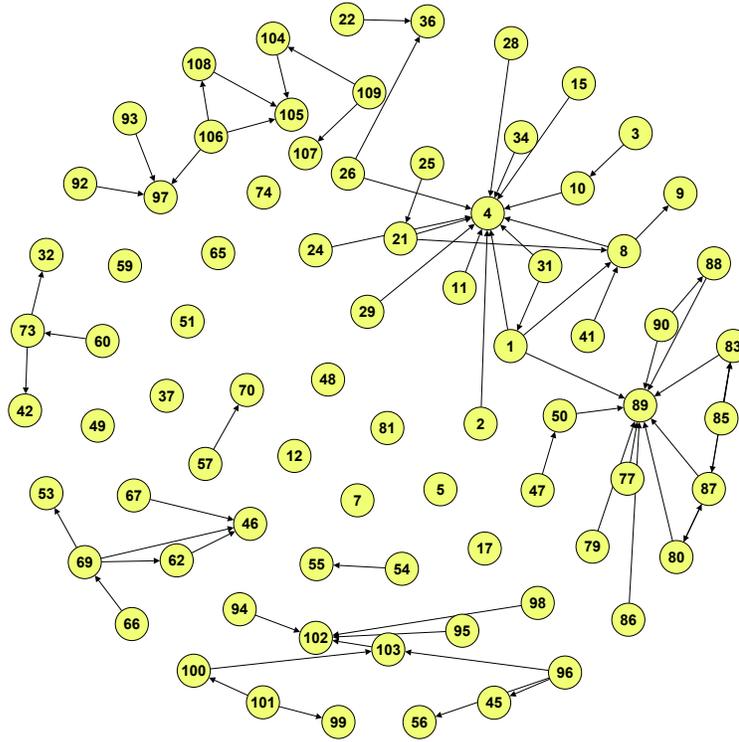


Figura 4.5: Simulación de la eliminación de ambos nodos (30 y 61).

Vale la pena mencionar que, la red se conforma por 26 nodos de El Alberto (32.5%), 25 nodos del Dadhó (31.25%), 12 nodos de La Loma (15%), 11 nodos del Bethé (13.75%) y 6 nodos del Boxaxni (7.5%). Nótese que la comunidad Dadhó es el segundo grupo más grande de artesanas, después de la comunidad El Alberto, y puede indicar el porqué de que el nodo 61 se encuentre en una posición tan favorecida, pues de las 20 nominaciones que recibe, 12 son de artesanas de la comunidad Dadhó, en contraste, el nodo 30 sólo recibe 6 nominaciones de artesanas de esta comunidad; por tanto, se deduce que las artesanas de el Dadhó

identifican al nodo 61 como su líder dentro de la cooperativa.

En cuanto a similitud, los nodos 61 y 30 son de estructura equivalente pues comparten 9 de los mismos vecinos en la red, entonces se dice que son similares, de hecho estos dos actores son los que comparten el mayor número de vecinos. También, tienen casi la misma importancia e impacto en la red por lo que no es una sorpresa este resultado.

Por otra parte, el valor de reciprocidad de la red de confianza es de $\frac{8}{137}$ (aproximadamente 0.05839416), la probabilidad de que los enlaces sean recíprocos es muy baja y resalta, una vez más, que el sistema es débil.

4.2. Red de Parentesco

Es de interés analizar las relaciones de parentesco que existen entre las artesanas que pertenecen a la cooperativa pues, como ya se ha visto, sus tradiciones, usos y costumbres se transmiten de generación en generación, además es una fuente de ingresos muy importante para las mujeres y sus familias. También, se supone que las artesanas que son familia podrían tener un vínculo de confianza más fuerte, por lo que la comunicación e integración del grupo sería un tanto más sencillo, asimismo las familias con un mayor número de miembros tendrían más poder dentro de la cooperativa. Las relaciones entre cada par de nodos pueden ser las siguientes: madre-hija, hermana-hermana, cuñada-cuñada, suegra-nuera, prima-prima, tía-sobrina, tía política-sobrina política y concuña-concuña.

La red de parentesco de la cooperativa Ya Munt's'i B'ehña (figura 4.6) tiene 118 nodos con 114 enlaces entre ellos, por tanto, la distancia media es de 1.932, esto significa que todas las artesanas se pueden conectar en 1.932 pasos en promedio, o bien, en a lo más dos pasos. El coeficiente de clustering global es de 0.388, esto es, aproximadamente, el 40 % de las artesanas son familia a nivel global. El clustering no es un valor bajo y la distancia media si se aproxima a $\log(n)$, por tanto, la red tiene tendencia a ser un sistema de mundo pequeño. Sin embargo, la distribución de grado no es clara pues la red de parentesco es pequeña.

Así, la red de parentesco está conformada por 21 componentes, a saber, 21 familias; sin embargo, se analizan a detalle sólo los dos componentes o familias más grandes de la red. El componente o familia más grande (marcada en la figura 4.6 con color rosa), que para fines prácticos se denota como FA, agrupa el 27.97 % de los nodos del sistema, tiene de 33 nodos y 42 enlaces entre ellos. Esta familia es la de mayor poder dentro de la cooperativa, debido a que contiene el

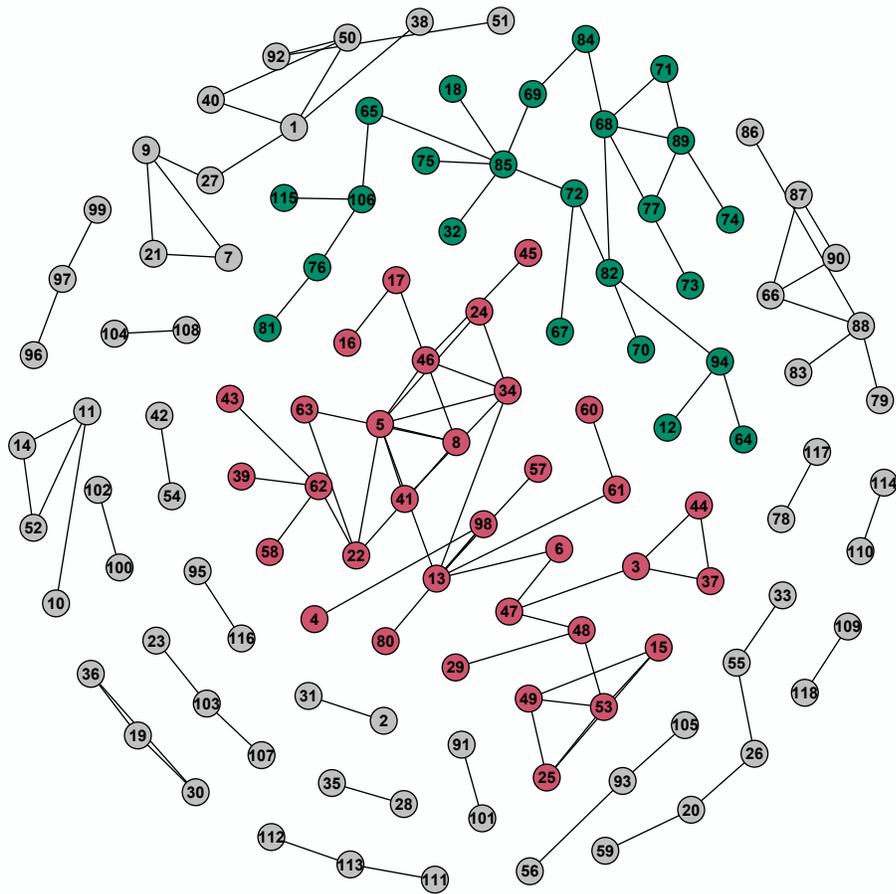


Figura 4.6: Red de parentesco de la Cooperativa Ya Munts'i B'ehña.

mayor número de miembros. Está conformada, casi en su totalidad, por artesanas de El Alberto, sólo el nodo 98 pertenece a la comunidad Bethé y el nodo 80 a la

comunidad Dadhó.

La cantidad de enlaces para cada nodo se concentra entre 1 y 7, el grado del nodo indica con cuántos miembros de FA se relaciona cada actor, por ejemplo, las artesanas que tienen un mayor número de conexiones son el nodo 5 y el nodo 13, con 7 y 6 enlaces respectivamente, esto significa que el nodo 5 se relaciona sólo con 7 miembros de la familia y el nodo 13 sólo con 6. Es de interés conocer quiénes son los miembros más importantes de FA, en la tabla 4.8 se muestran las medidas de centralidad calculadas para este componente, tomando los cinco valores más altos.

Tabla 4.8: Medidas de Centralidad de FA.

Nodo	Grado de cercanía	Centralidad intermedia
13	0.359551	332
5	0.344086	245.5
6	0.32	220
34	0.313725	38.5
22	0.288288	124
47	0.283186	225
48	0.238806	139

Se observan 5 actores centrales en grado de cercanía, los nodos 13, 5, 6, 34 y 22, quienes interactúan en seguida con los demás nodos de la red y son considerados como puntos de referencia (un ejemplo a seguir), estos nodos se encuentran más cerca de los demás miembros de la familia y pueden transmitir información sin que ésta se distorsione. En centralidad intermedia se tiene que los actores más importantes son los nodos 13, 5, 6, 47 y 48, ellos tienen una influencia considerable dentro del sistema, se puede decir que son los miembros que actúan de jefe en la unidad familiar por lo que su opinión y consideración en la toma de decisiones es fundamental. Estos cinco actores son considerados como puntos de corte y la eliminación del sistema causaría división entre los miembros de la familia, es decir, la red se separaría en dos o más componentes, por consiguiente tendría menos miembros y su poder dentro del sistema sería menor. Se hace notar que el nodo 48 (etiquetado con el número 30 en la red de confianza) no es albertana, se integró a la comunidad, y a la familia, al casarse con un albertano; por tanto es interesante ver que, a pesar de ello, es un actor clave para mantener unida a FA.

El segundo componente o familia más grande (señalada en la figura 4.6 con color verde), denotada por FD, agrupa el 20.34 % de los nodos del sistema, tiene 24 nodos y 25 enlaces entre ellos. Esta familia ocupa el siguiente lugar en jerarquía y

poder, después de FA, dentro de la cooperativa. Está conformada, en su mayoría, por artesanas de la comunidad Dadhó, con excepción de los nodos 12, 18 y 32 que pertenecen a la comunidad El Alberto y los nodos 106 y 115 que pertenecen a la comunidad La Loma. La cantidad de enlaces para cada nodo se concentra entre 1 y 6, el grado del nodo de igual manera indica con cuántos miembros de FD se relaciona cada actor. Los nodos más importantes de esta familia se muestran en la tabla 4.9, por medio de las medidas de centralidad calculadas para este segundo componente. De manera análoga a FA, se observa que los puntos de referencia (actores ubicados como ejemplo a seguir) son los nodos 82, 72, 85, 68, 84, 69 y 65; y los miembros que actúan como jefe de la unidad familiar son los nodos 85, 82, 72, 68 y 65; además son considerados como puntos de corte, pues su eliminación puede dividir a la familia.

Tabla 4.9: Medidas de Centralidad de FD.

Nodo	Grado de cercanía	Centralidad intermedia
82	0.377049	119
72	0.377049	96.5
85	0.365079	143.5
68	0.333333	102.5
84	0.323944	35.5
69	0.323944	37
65	0.298701	76

4.3. Análisis conjunto

Una vez dados los resultados del análisis de la red de confianza y de parentesco de la Cooperativa Ya Munts'i B'ehña, se puede decir que ambos se complementan; por tanto, se presenta el contraste entre estos dos sistemas, es decir, se ubican los nodos centrales de la red de confianza (recordar tabla 4.1), en la red de parentesco, como se muestra en la figura 4.7. Los nodos marcados con color rojo son los actores centrales de la red de confianza, se observa que sus etiquetas son distintas debido a la forma en que se modelaron las redes, si bien, comparten algunos de los mismos actores, no todos están presentes en ambas. Por lo anterior, se da la equivalencia de etiquetas en la tabla 4.10 y por fines prácticos se usarán las indicadas por parentesco.

En la figura 4.7 se observa que la familia FA concentra el mayor número de actores centrales, los nodos 3, 5, 13, 47 y 48. Se recuerda que, en la red de confianza,

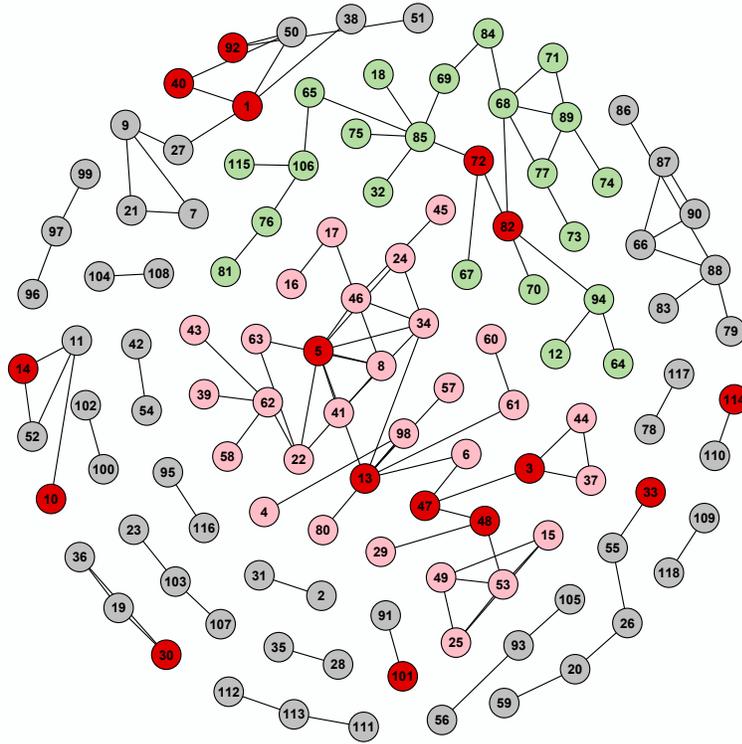


Figura 4.7: Nodos centrales de la red de confianza ubicados en la red de parentesco.

estos cinco actores son socias fundadoras, además todos han ocupado (u ocupan) cargos en la administración de la cooperativa, razón por la que obtienen prestigio y son reconocidos por los miembros del sistema (con excepción de los casos mencionados en la sección 4.1.), ubicándolos en posiciones favorecidas. También, se tiene en cuenta que los nodos 3, 13 y 47 son puntos de referencia por estar más cerca de los demás nodos de la red y que los actores 5 y 48 son autoridades, a la vez que hacen labor de intermediación. Este resultado refuerza el supuesto de

Tabla 4.10: Equivalencia de etiquetas.

Etiqueta red de confianza	Etiqueta red de parentesco
30	48
73	92
22	33
1	1
26	40
50	72
11	14
21	30
10	13
2	3
29	47
61	82
4	5
102	114
89	101
8	10

que la familia FA tiene mayor poder dentro de la cooperativa, como se mencionó en la sección anterior. Si bien, sólo los miembros 5 y 48, desempeñan dos de los cargos más importantes y de mayor jerarquía en la red de confianza, el nodo 48 es quien tiene un gran impacto. En cambio, en la red de parentesco este actor no tiene tanta importancia, pues se ubica en el quinto nivel en cuanto a centralidad intermedia (ver tabla 4.8), por debajo de los nodos 13, 5, 6 y 47. De lo anterior se infiere que intervienen los usos y costumbres dentro de la familia FA, los cuales dictan que sólo los albertanos tienen derecho a la tierra, así como a los beneficios que brinda la comunidad, no obstante, dentro de la red de confianza de la cooperativa es el actor más prominente. Por otro lado, es de interés mencionar que en la familia FA el actor 6 (etiquetado como nodo 5 en la red de confianza) se ubica en un nivel medio de importancia en cuanto a grado de cercanía y centralidad intermedia (ver tabla 4.8), pero no figura dentro de la red de confianza. Así, se deduce que, el pertenecer a una familia privilegiada dentro de la cooperativa, no siempre coloca a las artesanas en una posición favorecida en la misma, ni frente a los demás miembros del sistema.

La familia FD, a diferencia de FA, sólo concentra dos actores centrales, los nodos 72 y 82. A manera de recordatorio, se sabe que ambos nodos son socias tipo B y que desempeñan un cargo dentro de la administración actual de la cooperativa.

Además, el nodo 72 es un punto de referencia y tiene asignado un valor de hub alto, por lo que está enlazado a las autoridades y da fuentes de información confiable; mientras que el nodo 82 figura como autoridad e intermediador. El actor 82, es el segundo más prominente, después del nodo 48, aún cuando su eliminación del sistema, más que ser perjudicial, aporta beneficios a la red de confianza. De igual manera, ambos nodos, se encuentran en posiciones favorecidas dentro de la unidad familiar (ver tabla 4.9), en grado de cercanía se ubican como el punto más alto de referencia (ejemplo a seguir) y en centralidad intermedia el nodo 82 se ubica en el segundo nivel, seguido por el nodo 72, quien se ubica en el cuarto nivel de centralidad. Los nodos 85, 68 y 65 (etiquetados en la red de confianza como nodo 65, 48 y 45, respectivamente) no figuran en posiciones importantes dentro de la red de confianza, a pesar de ser nodos muy importantes en FD. De nuevo se ve que el estar en una familia privilegiada no garantiza obtener una posición favorecida, sin embargo, puede tener una representación importante en las asambleas y en la toma de decisiones, gracias al número de miembros que la conforman, por tanto, es posible que un actor reciba muchas nominaciones de FD. El resto de los nodos centrales se encuentran fuera de las familias FA y FD, aunque de manera individual tienen un impacto significativo en la red de confianza, como unidad familiar no generarían un impacto relevante dentro de la cooperativa ya que cuentan con pocos miembros.

En otro orden de ideas, el valor de modularidad calculado para la red de confianza es de 0.579, el cual nos dice que al parecer, existe una tendencia alta de formar grupos en el sistema. El algoritmo de Gephi identifica 8 comunidades dentro de la red y se muestran en la figura 4.8. La comunidad 0 (color verde fuerte), agrupa la mayor parte de los nodos de la red, en ella se reúne el mayor número de artesanas de la localidad El Alberto (19 representantes), los otros cuatro actores pertenecen a diferentes localidades (Dadhó y Bethé) pero están relacionados mediante vínculos de parentesco. Una característica importante de esta comunidad es que incluye a 8 de los 11 líderes que representan a la localidad El Alberto. Por su parte, la comunidad 1 (color anaranjado) reúne el mayor número de artesanas de la localidad Dadhó, también tiene actores que pertenecen a otras comunidades (El Alberto) pero se enlazan mediante vínculos de parentesco. De manera análoga, las demás comunidades se conforman por miembros de una sola localidad y por relaciones de parentesco. De aquí se supone que no hay relación entre una localidad y otra, fuera de los vínculos de parentesco, lo que genera poca cohesión entre localidades. Es importante mencionar que la formación de comunidades no depende del tipo de religión que profesa la artesana (católica o evangélica), ni de el templo al que asiste (Betehl, Jerusalem o iglesia católica), por lo que se infiere que se acepta y se respeta la libertad de creencia (ver sección 1.1.1.).

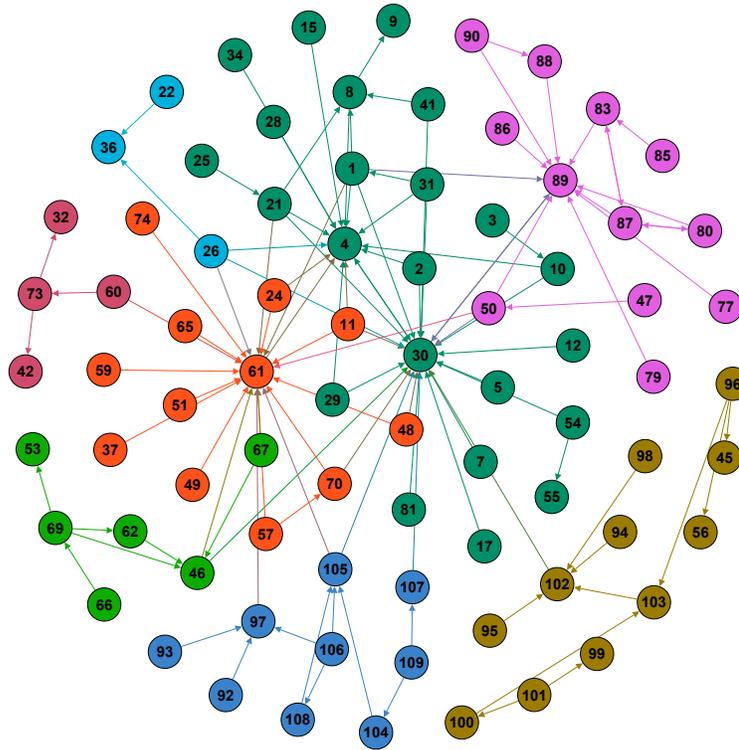


Figura 4.8: Comunidades de la red de confianza.

4.4. Recomendaciones para fortalecer la red de confianza de la Cooperativa Ya Munts'i B'ehña

En esta tesis se hace un análisis con redes complejas, los resultados obtenidos indican que la estructura de la red de confianza ha demostrado ser débil, la baja densidad de la red sugiere que se realiza labor de intermediación y, por tanto, que presenta muchos agujeros estructurales. De lo anterior, se deduce que

la cooperativa es un sistema autosuficiente que motiva el esfuerzo por alcanzar o mantener el dominio dentro de la red. El ser un sistema débil significa que es vulnerable de cualquier perturbación, por ejemplo, la salida de tan sólo dos artesanas de la red provoca que muchas de las artesanas se queden sin conexión e incluso imposibilita el funcionamiento de la cooperativa. La formación de grupos en la red nos permite ver que no hay cohesión entre las diferentes localidades, lo que representa un aspecto negativo del sistema ya que dificulta el trabajo en equipo. Una alternativa para enfrentar esta situación es crear lazos de confianza entre artesanas que no los tienen, implementando actividades recreativas que fomenten la amistad, el apoyo y la integración del grupo. Así, los talleres que imparte la cooperativa deberían enfocarse, no sólo al desarrollo y elaboración de nuevos productos a comercializar, si no también al desarrollo personal de cada una de las artesanas, que les permita expresarse y descubrir sus propios talentos para explotarlos en su realización personal y dentro de la cooperativa. Lo anterior les brindaría un espacio de recreación en donde podrían convivir con artesanas de todas las comunidades, facilitando su interacción y en consecuencia la creación de nuevos lazos. Por último, se puede consultar un análisis de la misma cooperativa con el método MESMIS en (Sánchez Ramírez, 2018).

Conclusiones

El objetivo de este trabajo ha sido identificar fortalezas y debilidades de la Cooperativa Ya Munts'i B'ehña, con el enfoque de teoría de redes. Dicho enfoque ha permitido modelar este sistema social por medio de una red, así como estudiar su estructura y comportamiento, haciendo uso de las herramientas matemáticas que brinda el análisis de redes sociales. Se considera que el objetivo de la presente tesis se cumplió, pues con base en los resultados se pudieron identificar algunas de las fortalezas y debilidades de este sistema.

Sin duda, la estructura del sistema de confianza de la cooperativa presenta más debilidades que fortalezas. Como debilidades se tiene que es un grupo poco cohesionado, en donde sus miembros no presentan una plena sensación de confianza, de manera que se hace labor de intermediación en un esfuerzo por mantenerlo unido. También se caracteriza por ser un sistema de naturaleza competitiva que motiva el esfuerzo de alcanzar cierto poder y dominio dentro de la cooperativa. La competencia también se da entre comunidades, sobre todo entre la comunidad El Alberto y la comunidad Dadhó, este comportamiento se caracteriza por la sensación de autosuficiencia y la necesidad de individuación, lo que provoca que los miembros de la cooperativa se relacionen sólo con miembros de su misma comunidad e imposibilita el trabajo en equipo. Por su parte, una fortaleza podría ser que la red es compacta, por lo que la información, o cualquier otro recurso, llega de forma rápida a cualquier miembro del sistema y también, el hecho de que no hay división por causas de religión, lo cual dice que las normas de la cooperativa tienen prioridad para mantener la supervivencia del grupo. Por tanto, se concluye que la red es muy vulnerable a perturbaciones, por lo que debe fortalecer los lazos de confianza, la unidad y la integridad de grupo, asimismo se debe fomentar el trabajo en equipo, la amistad y el apoyo entre los miembros, a fin de que la cooperativa continúe su labor por mucho tiempo.

Este trabajo tiene oportunidad de extenderse y complementarse con otros análisis, es de interés incluir la parte económica, ya que el principal objetivo

de la cooperativa es comercializar sus productos dentro de una red de comercio justo, también incluir la parte ecológica enfocada al agave y a la grana cochinilla ya que sin estos recursos no podrían elaborar sus artesanías, no tendrían nada que comercializar y por ende, la cooperativa dejaría de existir. En cuanto a la parte social podría extenderse haciendo un análisis de familias completas, es decir, incluir a todos los miembros de la familia de cada artesana para ver, por ejemplo, cuántos miembros se relacionan con el trabajo de la cooperativa, cómo influye la cooperativa en la vida personal de las artesanas y, en consecuencia, cómo las artesanas influyen primero en sus familias y después en sus comunidades.

Anexos

Anexo A

Calculos de Gephi

En este apartado se encuentran los algoritmos que utiliza el software Gephi para calcular las métricas que se mencionaron en la Sección 3.3.

A.1. Coeficiente de Clustering

El *coeficiente de clustering* de un nodo v (de grado al menos 2) es la probabilidad de que dos vecinos de v elegidos al azar estén vinculados entre sí. Se calcula dividiendo el número de triángulos que contienen v por el número de enlaces posibles entre sus vecinos, es decir, $\binom{d(v)}{2}$ si $d(v)$ denota el número de vecinos de v . Se puede definir el coeficiente de clustering de toda la red como el promedio de este valor para todos los nodos (de grado al menos 2). El algoritmo más rápido conocido para contar el número de triángulos en la red se basa en el producto de matriz rápida. De hecho, si se considera la matriz de adyacencia A de G , entonces el valor A_{vv}^3 en la diagonal de A^3 no es más que el doble del número de triángulos a los que pertenece v , para cualquier v . Los problemas de triángulos se pueden resolver en tiempo $O(n^\omega)$, donde $\omega < 2,376$ es el exponente rápido del producto de matriz. Este enfoque necesita que la red esté dada por su representación de matriz de adyacencia. Además, hace que sea necesario calcular y almacenar la matriz A^2 , lo que lleva a una complejidad de espacio de $\Theta(n^2)$, además del almacenamiento de matriz de adyacencia (Latapy, 2008).

A.2. Diámetro, distancia geodésica media, grado de cercanía y centralidad intermedia.

Se define una *ruta* de $s \in V$ a $t \in V$ (donde V es el conjunto de nodos) como una secuencia alternada de nodos y arcos, la cual inicia con s y termina con t , de modo que cada arco conecte su precedente con su nodo siguiente. La *longitud* de una ruta es la suma de los pesos de sus arcos. Se usa $d_G(s, t)$ para denotar la distancia entre los nodos s y t , es decir, la longitud mínima de cualquier ruta que conecte s y t en la red G . Por definición, $d_G(s, s) = 0$ para cada $s \in V$, y $d_G(s, t) = d_G(t, s)$ para $s, t \in V$. Se supone que se está familiarizado con los algoritmos estándar para problemas de rutas más cortas.

Diversas medidas capturan variaciones sobre la noción de la importancia de un nodo en una red. Sea $\sigma_{st} = \sigma_{ts}$, denota el número de rutas más cortas desde $s \in V$ hasta $t \in V$, donde $\sigma_{ss} = 1$ por convención. Se supone que, $\sigma_{st}(v)$ denota el número de rutas más cortas de s a t en las que se encuentra algún $v \in V$. Las siguientes son medidas estándar de centralidad:

$$C_C(v) = \frac{1}{\sum_{t \in V} d_G(v, t)} \quad \text{grado de cercanía} \quad (\text{A.1})$$

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t \in V} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \quad \text{centralidad intermedia} \quad (\text{A.2})$$

Los puntajes de centralidad altos indican que un nodo puede alcanzar a otros en rutas relativamente cortas, o que un nodo se encuentra en fracciones considerables de rutas más cortas que conectan otros. Para la interpretación los índices anteriores, en general, se normalizan para estar entre cero y uno. El índice de centralidad de intermediación computacionalmente más involucrado es el que se emplea con mayor frecuencia en el análisis de redes sociales. Sin embargo, el gran tamaño de muchas instancias que ocurren en la práctica hace que la evaluación de la centralidad de intermediación sea prohibitiva. Como resultado, el algoritmo se puede aumentar trivialmente para calcular también las otras medidas, prácticamente sin costo adicional.

Un nodo $v \in V$ se encuentra en el camino más corto entre los vértices $s, t \in V$, si y solo si $d_G(s, t) = d_G(s, v) + d_G(v, t)$. Para obtener el índice de centralidad de intermediación de un nodo v , simplemente se tienen que sumar las dependencias de todos los pares en ese nodo. Por lo tanto, la centralidad de intermediación se

determina tradicionalmente en dos pasos: i) calcular la longitud y el número de caminos más cortos entre todos los pares y ii) sumar todas las dependencias de pares (Brandes, 2001).

A.3. Componentes conexos

Hay muchas formas de buscar un componente, dependiendo de la forma en que se seleccionen los nodos para buscar. Se considera la siguiente regla de elección: cuando se seleccione un arco para atravesar, se elige siempre un arco que emane del nodo alcanzado más recientemente y que todavía tenga arcos sin explorar. Una búsqueda que usa esta regla se llama *búsqueda de primera profundidad*. El conjunto de nodos antiguos con arcos posiblemente inexplorados puede almacenarse en una pila. Por lo tanto, una búsqueda de profundidad es muy fácil de programar, ya sea de forma iterativa o recursiva, siempre que se tenga una representación informática adecuada de una red.

Si la red G no está dirigida, cada arco (v, w) se representa dos veces en una estructura de adyacencia; una vez para v y una vez para w . Si se dirige G , cada arco (v, w) se representa una vez que el nodo w aparece en la lista de adyacencia del nodo v . Una sola red puede tener muchas estructuras de adyacencia; de hecho, cada ordenamiento de los arcos alrededor de los nodos de G da una estructura de adyacencia única, y cada estructura de adyacencia corresponde a un orden único de los arcos en cada nodo. El usar una estructura de adyacencia para una red, permite realizar búsquedas de primera profundidad de una manera muy eficiente.

Se supone que G es una red conectada no dirigida. Una búsqueda de G impone una dirección en cada arco de la red, dada por la dirección en la que se atraviesa el arco cuando se realiza la búsqueda. Por lo tanto, G se convierte en una red dirigida G' . El conjunto de arcos que conducen a un nuevo vértice cuando se recorre durante la búsqueda define un árbol de expansión de G' . En general, los arcos de G' que no son parte del árbol de expansión interconectan los caminos en el árbol. Sin embargo, si la búsqueda es en profundidad, cada arco (v, w) que no se encuentre en el árbol de expansión conecta el nodo v con uno de sus antepasados w . Entonces, el algoritmo realiza una búsqueda en profundidad de una red conectada, comenzando en los nodos s y utilizando una estructura de adyacencia de G , después numera los nodos de la red en el orden en que se alcanzan durante la búsqueda y por último, construye la red dirigida generada por la búsqueda (Tarjan, 1972).

A.4. Algoritmo de HITS

Se hace uso de la relación entre los hubs y las autoridades a través de un algoritmo iterativo que mantiene y actualiza los pesos numéricos para cada nodo. Por lo tanto, con cada nodo ρ , se asocia un peso de autoridad no negativo $x^{(\rho)}$ y un peso de hub no negativo $y^{(\rho)}$. Se mantiene la invariante de que los pesos de cada tipo están normalizados, por lo que sus cuadrados suman 1. Nótese que los nodos con valores x y y más grandes son "mejores" autoridades y centros, respectivamente. Se expresa la relación de refuerzo mutuo entre los hubs y las autoridades de la siguiente manera: si ρ apunta a muchos nodos con grandes valores de x , entonces debería recibir un gran valor de y ; y si ρ es señalado por muchos nodos con grandes valores de y , entonces debería recibir un gran valor de x . Esto motiva la definición de dos operaciones en los pesos, que denotamos por φ y ψ . Dados los pesos $x^{(\rho)}$, $y^{(\rho)}$, la operación φ actualiza los pesos x de la siguiente manera:

$$x^{(\rho)} \leftarrow \sum_{q:(q,p) \in E} y^{(q)} \quad .$$

La operación ψ actualiza los pesos de y de la siguiente manera:

$$y^{(\rho)} \leftarrow \sum_{q:(q,p) \in E} x^{(q)} \quad .$$

Ahora, para encontrar los valores de "equilibrio" deseados para los pesos, es posible aplicar las operaciones φ y ψ de forma alterna, y ver si se alcanza un punto fijo. De esta manera se puede establecer un algoritmo básico (Kleinberg, 1999).

A.5. Modularidad

El algoritmo se divide en dos fases que se repiten iterativamente. Se supone que inicia con una red ponderada de N nodos. Primero, se asigna una comunidad diferente a cada nodo de la red. Entonces, en esta partición inicial hay tantas comunidades como nodos. Luego, para cada nodo i se consideran los vecinos j de i y se evalúa la ganancia de modularidad que tendría lugar al eliminar i de su comunidad y al ubicarlo en la comunidad de j . El nodo i se coloca en la comunidad

para la cual esta ganancia es máxima (en caso de un empate se usa una regla de ruptura), pero sólo si esta ganancia es positiva. Si no es posible obtener una ganancia positiva, se queda en su comunidad original. Este proceso se aplica de forma repetida y secuencial para todos los nodos hasta que no se pueda lograr una mejora adicional. Esta primera fase se detiene cuando se alcanza un máximo local de la modularidad, es decir, cuando ningún movimiento individual puede mejorar la modularidad. Parte de la eficiencia del algoritmo resulta del hecho de que la ganancia en modularidad ΔQ obtenida al mover un nodo aislado i a una comunidad C puede calcularse fácilmente mediante

$$\Delta Q = \left[\frac{\sum_{in} + 2k_{i,in}}{2m} - \left(\frac{\sum_{tot} + k_i}{2m} \right)^2 \right] - \left[\frac{\sum_{in}}{2m} - \left(\frac{\sum_{tot}}{2m} \right)^2 - \left(\frac{k_i}{2m} \right)^2 \right] ,$$

donde \sum_{in} es la suma de los pesos de los enlaces dentro de C , \sum_{tot} es la suma de los pesos de los enlaces incidentes a los nodos en C , k_i es la suma de los pesos de los enlaces incidentes al nodo i , $k_{i,in}$ es la suma de los pesos de los enlaces de i a los nodos en C y m es la suma de los pesos de todos los enlaces en la red. Se utiliza una expresión similar para evaluar el cambio de modularidad cuando se elimina de su comunidad. Por lo tanto, en la práctica, uno evalúa el cambio de modularidad eliminando i de su comunidad y luego moviéndolo a una comunidad vecina. La segunda fase del algoritmo consiste en construir una nueva red cuyos nodos son ahora las comunidades encontradas durante la primera fase. Para hacerlo, los pesos de los enlaces entre los nuevos nodos están dados por la suma del peso de los enlaces entre los nodos en las dos comunidades correspondientes. Los enlaces entre nodos de la misma comunidad conducen a bucles automáticos para esta comunidad en la nueva red. Una vez que se completa esta segunda fase, es posible volver a aplicar la primera fase del algoritmo a la red ponderada resultante e iterar (Blondel et al., 2008).

Anexo B

Códigos de R

B.1. Métrica de Reciprocidad

```
#####_Matriz de adyacencia componente gigante_#####  
library(readxl)  
matrizr <- read_excel("matrizr.xlsx", sheet = "CG")  
view(matrizr)  
#####  
#####_RECIPROCIDAD_#####  
mult<-function(reciprocidad){  
  suma<-0  
  for(i in 1:80){  
    for(j in 1:80){  
      suma = suma + (matrizr[i,j]*matrizr[j,i])  
    }  
  }  
  return (suma)  
}  
Res<-mult(reciprocidad)  
m <- c(137) |  
r = (1/m)*Res
```

B.2. Métrica de Similitud

```
rm(list = ls())
library(igraph)

red <- graph( edges=c(1,4, 1,8, 1,30, 1,61, 1,89, 2,4, 2,30, 3,10, 4,30, 5,30, 7,30,
8,4, 8,9, 10,4, 10,30, 11,4, 11,30, 11,61, 12,30, 15,4, 17,30,
21,4, 21,8, 21,30, 21,61, 22,36, 24,4, 24,61, 25,21, 26,4,
26,30, 26,36, 26,61, 28,4, 29,4, 29,30, 30,4, 30,89, 31,1,
31,4, 31,30, 34,4, 37,61, 41,8, 41,30, 46,30, 46,61, 47,50,
48,30, 48,61, 49,61, 50,30, 50,61, 50,89, 51,61, 54,30, 54,55,
57,61, 57,70, 59,61, 60,61, 60,73, 61,4, 62,46, 65,61, 66,69,
67,46, 67,61, 69,46, 69,53, 69,62, 70,30, 70,61, 73,32, 73,42,
74,61, 77,89, 79,89, 80,87, 80,89, 81,30, 83,87, 83,89, 85,83,
86,89, 87,80, 87,83, 87,89, 88,89, 89,30, 90,88, 90,89, 92,97,
93,97, 94,102, 95,102, 96,45, 96,56, 96,103, 97,61, 98,102,
100,103, 101,99, 101,100, 102,30, 103,102, 104,105, 105,30,
105,61, 106,97, 106,105, 106,108, 107,30, 108,105, 109,104,
109,107), n=80, directed = T)

print_all(red)

#####Equivalencia estructural#####

#####Cocitación#####

cocitation(red)

x <- cocitation(red)

view(x)
```

Anexo C

Ficha personal de la artesana

FICHA PERSONAL DE LA ARTESANA: CLAVE () 2017			
Nombre de la socia:			
Domicilio y Manzana:		(cerca de qué parte de la comunidad)	
Comunidad:			
Estado civil[X]:	<input type="checkbox"/> Soltero[S] <input type="checkbox"/> Viuda[V]	<input type="checkbox"/> Madre soltera o separado[M] <input type="checkbox"/> Casada o unión libre[C]	
Edad:	años	Fecha nacimiento:	/ / dd/mm/aa
¿Cuánta gente vive en tu casa, incluyéndote tú?			Número de personas
¿Cuándo entraste al grupo? (mes/ año)			/ /
NOMBRE de quiénes te ayudan (tallar, tejer, hilar) y NO son del grupo (NOMBRE y parentesco: madre, esposo, hijos, etc.)		¿Qué hacen normalmente? (tallar, hilar, tejer, asar, etc.)	
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
¿Cuántos magueyes tienes? Grandes:		Chicos:	
¿Cuántas esponjillas entregas semanalmente?:		(Mínimo - máximo)	
<p>Al firmar esta ficha mis derechos y obligaciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hacer mi trabajo con puntualidad y excelente calidad y cumplir con mis controles • Entregar en los días y horarios fijados por la organización respetando las cantidades de producción que fijé. • Trabajar por el bien de la organización y mis compañeras • Respetar a todas las artesanas de la organización • Asistir a asambleas y reuniones que me convoque la organización y los comités • Cumplir con las comisiones y colaborar en la que me soliciten los comités • Respetar y obedecer a la asamblea, la ley, bases constitutivas y acuerdos. • Pagar las aportaciones que fije la asamblea • Cumplir con el cargo que me asigne la asamblea • Cumplir con los principios de comercio justo mencionados en nuestras bases constitutivas. • Entregar los productos que yo misma elaboré y nunca comprar a otras artesanas ni pagar a otro precio diferente del que establece la organización con pena de ser expulsada. <p>(Tomado de los art. 8, 9, 13 y 73 de las bases constitutivas)</p>			
Firma		Fecha	
NOMBRE DE QUIEN ELABORO ESTA FICHA: _____			

Referencias

- Albertani, C. (1999). Los pueblos indígenas y la ciudad de México. una aproximación. *Política y cultura*, (12):195–221.
- Barabási, A.-L. (2016). *Network science*. Cambridge University Press.
- Blondel, V. D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., and Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of statistical mechanics: theory and experiment*, (10).
- Brandes, U. (2001). A faster algorithm for betweenness centrality. *Journal of mathematical sociology*, 25(2):163–177.
- Estrada, E. and Knight, P. A. (2015). *A first course in network theory*. Oxford University Press, USA.
- Expansión, A. (2011). Los puentes de Euler. [Figura]. Recuperado de: <https://www.expansion.com/accesible/blogs/conthe/2011/08/17/circuito-gallardoniano.html>.
- Flores Amador, C., Zizumbo Villarreal, L., and Cruz Jiménez, G. (2015). Organización comunitaria y turismo en dos comunidades del estado de Hidalgo, México. *Teoría y Praxis* 17, pages 71–101.
- Freeman, L. (2004). The development of social network analysis. *A Study in the Sociology of Science*, 1.
- Garrett Ríos, G. (2004). Comunidad étnica y comunidad religiosa. Apuntes para comprender la conversión religiosa entre los hñähñu de Ixmiquilpan, Hidalgo. *Estudios de cultura Otopame*, 4(1):127–154.
- Kadushin, C. (2013). *Comprender las redes sociales: teorías, conceptos y hallazgos*, volume 11. CIS-Centro de Investigaciones Sociológicas.

- Kleinberg, J. M. (1999). Authoritative sources in a hyperlinked environment. *Journal of the ACM (JACM)*, 46(5):604–632.
- Latapy, M. (2008). Main-memory triangle computations for very large (sparse (power-law)) graphs. *Theoretical computer science*, 407(1-3):458–473.
- Lozares Colina, C. (1996). La teoría de redes sociales. *Papers: revista de sociología*, (48):103–126.
- Luke, D. A. (2015). *A user's guide to network analysis in R*. Springer.
- Miritello, G. (2013). *Temporal patterns of communication in social networks*. Springer Science & Business Media.
- Newman, M. (2010). *Networks: an introduction*. Oxford University Press.
- Quezada Ramírez, M. F. (2008). *La migración hñähñú del Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo*. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Quezada Ramírez, M. F. (2015). *Las comunidades indígenas de Hidalgo. Ixmiquilpan vol. IV*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Rivera Garay, M. G. (2006). La negociación de las relaciones de género en el valle del mezquital: un acercamiento al caso de la participación comunitaria de mujeres hñahñus. *Estudios de Cultura Otopame*, 5(1):249–266.
- Rivera Garay, M. G. and Quezada Ramírez, M. F. (2011). El Valle del Mezquital, estado de Hidalgo. Itinerario, balances y paradojas de la migración internacional de una región de México hacia Estados Unidos. *Trace. Travaux et recherches dans les Amériques du Centre*, (60):85–101.
- Sánchez Ramírez, A. (2018). *Agave e ixtle en la cooperativa Ya Munts'i B'ehña de la comunidad indígena El Alberto (Ixmiquilpan, Hidalgo, México): ¿un manejo hacia la sustentabilidad?* Licenciatura en Biología. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sayama, H. (2015). *Introduction to the modeling and analysis of complex systems*. Open SUNY Textbooks.
- Schmidt, E. (2006). Sustainable community for sustainable development: A case study of the Mujeres Reunidas Cooperative in Hidalgo, Mexico. *Journal of Developing Societies*, 22(4):379–400.

- Schmidt, E. (2012). Citizenship from below: Hñähñu heritage in a transnational world. *Latino Studies*, 10(1-2):196–219.
- Solé, R. (2016). *Redes complejas: del genoma a Internet*. Tusquets Editores SA.
- Tarjan, R. (1972). Depth-first search and linear graph algorithms. *SIAM journal on computing*, 1(2):146–160.
- Velarde Esquivel, M. A. (2017). *Análisis descriptivo de las agrupaciones religiosas, mediante el enfoque de redes sociales. Estudio de caso en México*. Licenciatura en Actuaría. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Wasserman, S. and Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*, volume 8. Cambridge University Press.
- Zolla, C. and Zolla Márquez, E. (2004). *Los pueblos indígenas de México: 100 preguntas*. Universidad Nacional Autónoma de México.